# 試験結果報告書の概要

| し尿処理方式*1 | 生物処理 |
| --- | --- |
| 実証機関 | 特定非営利活動法人グラウンドワーク三島<br>TEL 055-981-5421　FAX 055-983-0136 |
| 実証申請者/環境技術開発者 | 株式会社東陽綱業<br>TEL 06-6330-4341　FAX 06-6330-3120 |
| 処理方式/技術名 | 杉チップを用いた生物処理/バイアニクストイレ |

注*1）実証試験要領で定義したし尿処理方式の分類名称を記載。

## （1）実証装置の概要

| | |
| --- | --- |
| 装置の特徴 | ・杉チップを嫌気･好気処理に用いた汚水処理装置である。<br>・汚水は装置内で分解・処理され、循環水として利用する水洗トイレである。<br>・余剰の水分は反応槽から蒸発させており、汚水はもとより処理水も排水しないことから環境への負荷はない。<br>・汚泥の発生はなく、杉チップの入れ換えの必要がない。トイレットペーパーも汚水と一緒に流して処理できる。<br>・悪臭の発生もない。 |
| し尿処理フロー および解説 | し尿 → トイレ；ロータンク → トイレ → 汚水槽 → 第一嫌気・曝気槽 → 第二嫌気・曝気槽 → 反応槽 → 貯水槽 → ロータンク；反応槽 → 蒸発；水補給 → 貯水槽<br>①　トイレから流されたし尿と洗浄水は「汚水槽」（160L）に送られる。<br>②　「汚水槽」では、トイレットペーパー以外の夾雑物がスクリーンで除かれ、し尿と循環水を攪拌・混合する。<br>③　循環水と混合されたし尿は、加圧ポンプで「第 1 嫌気・曝気槽」（150L）および「第２嫌気・曝気槽」（150L）に送られ、有機物の分解、アンモニアの硝化・脱窒等が行われる。<br>④　嫌気・曝気処理されたし尿は「反応槽（杉チップ槽）」（880L）に送られ、有機物の分解や硝化・脱窒に加えて、水分の蒸発が行われる。<br>⑤　「反応槽」で処理された水は「貯水槽」（480L）に貯えられる。その後、トイレのロータンクに送られ、洗浄水として循環利用される。 |

| ①実証試験場所の概要 | |
|---|---|
| 設置場所 | 静岡県富士宮市原字白糸 614-4　白糸の滝付近 |
| 山岳名 | （山域名：富士西麓）（山岳名：　－　）（標高：　455　m） |
| トイレ供用開始日（既設のみ） | 平成 18 年 9 月 11 日　＊トイレを設置し使用し始めた日 |
| トイレ利用期間 | （ 通年利用・シーズンのみ利用 ） |

トイレ外観

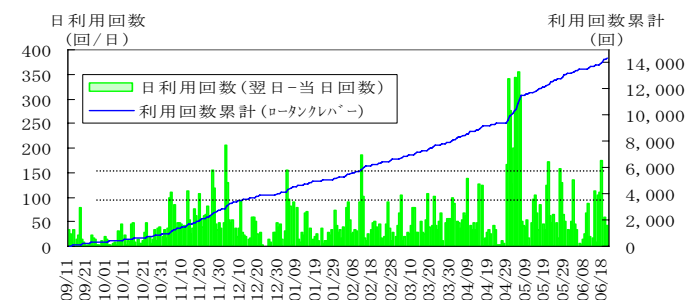
トイレ内・和式便器ブース

②実証装置の仕様および処理能力

| 項目 | | 仕様および処理能力 |
|---|---|---|
| 装置名称 | 名称：バイアニクストイレ　型式：T200AED-1S | |
| 設置面積 | 6.06 ㎡　（3,030 mm×　2,000 mm） | |
| 便器数 | 男女共用（和式：１） | |
| 処理能力等 | 利用人数 | 平常時：100 回/日　利用集中時：160 回/日 |
| | 必要水量 | 初期水量：1,200 ﾘｯﾄﾙ　補充水量：38 ﾘｯﾄﾙ/月 |
| | 必要電力 | 必 要 電 力：1,100W　（ヒーター使用時、3,100W）<br>消費電力量：350kWh/月（ヒーター使用時、1,800kWh/月） |
| | 必要燃料 | 不要 |
| | 必要資材 | 種類：杉チップ　　初期充填量：30kg　補充量：6kg/年 |
| | 稼働可能な気温 | 5℃以上（ヒーターを使用しない場合） |
| | 専門管理頻度 | 2 回/年（開閉山時） |
| | 搬出が必要な発生物 | 発 生 物 の 種 類：トイレットペーパー以外の投入異物<br>最 終 処 分 方 法：一般廃棄物処分場等への搬入 |

| ①稼働条件・状況 | |
|---|---|
| 項目 | 実証結果 |
| 実証試験期間 | 試験期間：平成 18 年 9 月 11 日～平成 19 年 6 月 20 日（283 日間）<br>（越冬期間：通年利用が可能） |
| 利用状況 | 利用者数合計：14,393 人（283 日間）<br>集中時：最高：355 回/日、平均：240 回/日（ 9 日間）<br>平常時：最高：207 回/日、平均：45 回/日（274 日間） |
| ペーパー | 使用済みペーパーの取り扱い：（ 便槽投入 ・ 分別回収 ） |
| 気温 | 最高：26℃、最低：-1℃、平均：10℃ |
| 使用水量 | 初期水量：1,200 ﾘｯﾄﾙ（内 600 ﾘｯﾄﾙは工場で給水）、補充水量：270 ﾘｯﾄﾙ<br>水の確保方法： 上水・雨水・沢水・湧水・その他（ ） |
| 使用電力 | 設備内容：商用電力<br>使 用 量：6.19 kWh／d 合計：1,751.4 kWh） |
| 搬送方法 | 燃料、発生物等の搬送手段<br>（ 車、ヘリコプター、ブルドーザー、人力、その他（試験期間中は無し）） |

| ②維持管理性能 | |
|---|---|
| 項目 | 実証結果 |
| 日常管理 | 内　容：便器をブラシにて清掃・トイレットペーパーの補充・ロータンクの作動チェック・各種温湿度計の記録・利用者カウンターのチェック<br>（作業量：1 回あたりの作業 1 人 20 分、実施頻度 1 回／日） |
| 専門管理 | 内　容：なし（閉･開山時など１～２回/年行うのが通例であるが、実証実験期間が 1 年未満のため行わなかった）<br>（作業量：1 回あたりの作業 ー 人 ー 分、実施頻度 ー 回／実証期間） |
| 開閉山対応 | 内　容：実証試験地は通年利用のため、開閉山は行わなかった<br>（作業量：開山時 ー 人 ー 分、閉山時 ー 人 ー 分） |
| トラブル | 内　容：集中期間中の過剰利用により、アンモニア臭が発生し、臭いが収まらなかった<br>（対処方法：循環水の 60％を入れ替え、臭いの発生を抑えるとともに機能の回復を行った） |
| 維持管理の作業性 | 現地の水道設備が利用できなかったため、補給水として河川水を使用した。また、便器の清掃は洗剤を使用せずに洗浄したが、特に問題はみられなかった。<br>降雨の際は、利用客の靴に付いた泥でトイレ室内が汚れたため、清掃をこまめに行った。<br>いずれも一般の公衆トイレの日常管理で起こることで、この他には問題はなかった。 |
| マニュアルの信頼性 | 読みやすさ、理解しやすさ、正確性、情報量ともに「よい」「適当」との評価であった。<br>日常の維持管理は、作業が単純であり複雑な作業がないため、マニュアルよりも現場指導が効果的であることが確認された。 |

利用者数および維持管理状況グラフ

平成18年9月12日～19年6月20日（283日間）

利用回数累計　：14,393 回

日平均利用回数：51回/日（全期間）

集中試験時：240回/日（4/28～5/6）

ピーク利用回数：355回/日（5月4日）

ﾄｲﾚｯﾄﾍﾟｰﾊﾟｰ補給数：148 個（97 回/個）

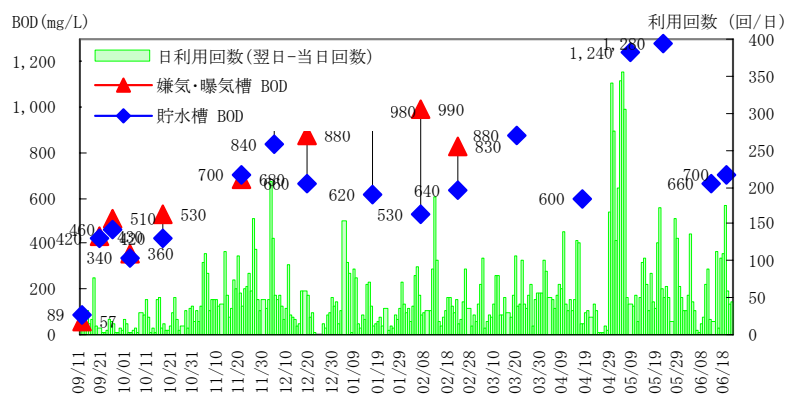
## ③室内環境

利用者アンケート回収数は 142 人で、男性 81 人、女性 61 人であった。各項目で許容範囲内と回答した割合は、におい 93.7%、機械の作動音 95.1%など、高評価が得られた。

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.トイレの外観 | 許容範囲内 | 99.3% | 4.機械の作動音 | 許容範囲内 | 95.1% |
| 2.室内のにおい | 許容範囲内 | 93.7% | 5.循環洗浄水の色 | 許容範囲内 | 74.6% |
| 3.室内の明るさ | 許容範囲内 | 98.6% | 6.レバー操作などの使い勝手 | 許容範囲内 | 99.3% |

## ④処理性能

白糸の滝　バイアニクストイレ循環水（BOD）

白糸の滝　バイアニクストイレ循環水（貯水槽　窒素）

●循環水の BOD は、所定の処理能力以内の利用であれば、500～900mg/L の範囲で推移することが確かめられた。

●窒素については硝化･脱窒が行われていることが認められ、循環水中のアンモニア性窒素は 750 mg/L 以内、全窒素は 1700 mg/L 以内で推移することが確かめられた。

●所定の処理能力の範囲内であれば、アンモニア臭等の臭気は感じられなかった。

●トイレットペーパーをトイレに流して処理したことによる支障はなかった。

●処理能力の範囲であれば、処理水を外部へ排水する必要がなかった。

| ⑤コスト | |
|---|---|
| 建設 | 総事業費（ 9,560 千円）（①～②の合計） |
| | ①本体工事費（ 9,220 千円）　（ａ～ｃの合計）<br>内訳ａ.建築（ 8,400 千円）ｂ.電気設備（ 280 千円）ｃ.し尿処理装置（ 540 千円） |
| | ②運 搬 費 等（ 340 千円） |
| 維持管理 | 合計（ 321 千円／稼働期間）（①～⑥の合計） |
| | ①廃棄物処理費：なし（ 0 千円）内運搬費（ 0 千円） |
| | ②燃　　料　　費：なし（ 0 千円）内運搬費（ 0 千円） |
| | ③専 門 管 理 費：発生せず（ 0 千円） |
| | ④消　耗　品　費：杉チップ（ 6 千円）、トイレットペーパー（ 12 千円）内運搬費（ 0 千円） |
| | ⑤トラブル対応費：なし（ 0 千円） |
| | ⑥そ　　の　　他：電力料金（ 303 千円） |

## （４）本装置導入に向けた留意点

### ①設置条件に関する留意点

●供用開始時に初期水、供用中に補給水が必要で、水道設備がない場合は雨水タンクの設置等が必要である。

●電気も必要であり、商用電力が利用できない場合は自家発電装置等が必要になる。

●冬季に凍結する場所ではヒーターの設置が必要になる。トイレを閉鎖する場合は、凍結防止のために機器やパイプからの水抜きが必要になる。

●建設時のトイレや機材の搬入のほか、自家発電の場合は燃料等の補給のための搬入路が必要である。

●トイレへのティッシュペーパーの投入を防げない場合は、分別回収を考慮する必要がある。

### ②設計、運転・維持管理に関する留意点

●適正な利用客数の想定と、これに対応したトイレ規模の設定。

●降雨量や降雪量などの設置場所の自然条件に対応した給水設備、建屋の設計。

●安定した地盤と待機場所を含む十分な広さが確保できる場所の選定。

●清掃やトイレットペーパーの補充等、日常管理の徹底。

●過剰な利用の防止。

●定期管理（機器の保守点検や杉チップの補充等）の確実な実施。

## （５）課題と期待

＜課題＞

●処理能力前後の利用には支障はないが、処理能力を大幅に超えて利用された場合にアンモニア臭が生じた。これには循環水の入れ替えで対応できたが、水が得にくい場所などでは過剰利用防止の対策が必要である。

●衛生面での危険性は少ないが、さらなる衛生性の向上のため、消毒効果が確認されたオゾン消毒の実用化が待たれる。

＜期待＞

●自家発電装置に代替できる自然エネルギーの活用可能性の検討。

●利用者の少ない場所に対応した小型トイレの開発。

（参考情報）

このページに示された情報は、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、環境省および実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○製品データ

| 項目 | | 環境技術開発者記入欄 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 名称／型式 | | バイアニクストイレ／T200AED-1S | | | |
| し尿処理方式 | | 生物処理方式 | | | |
| 製造（販売）企業名 | | 株式会社東陽綱業 | | | |
| 連絡先 | TEL/FAX | TEL 06－6378-5518　FAX 06－6378-8540 | | | |
| | WEB アドレス | http://www.toyo-bianics.co.jp/ | | | |
| | E-mail | info@toyo-bianics.co.jp | | | |
| サイズ・重量 | | W=3,030mm d=2,000mm h=2,850mm　・　3 ﾄﾝ | | | |
| 設置に要する期間 | | 2 日 | | | |
| 実証対象機器寿命 | | 7 年（適切なメンテナンスにより 10 年以上） | | | |
| コスト概算（円）※ | | 費目 | 単価 | 数量 | 計 |
| イニシャルコスト | | 本体 | | 一式 | 8,400,000 円 |
| | | 運搬費 | 現地条件による | | －　円 |
| | | 据付工事費 | 現地条件による | | －　円 |
| | | | | 合計 | 8,400,000 円 |
| ランニングコスト | | 電気代 | 5,000 円/月 | 12 ヶ月 | 60,000 円 |
| | | 補給用チップ | （参考） | 一式 | 5,000 円 |
| | | | | 合計 | 65,000 円 |

※コスト概算の前提条件（処理能力・穴数等）は以下の通りとする。ただし運搬費、据付け工事費は含まない。

処理能力：平常時 100 回／日　集中時 160 回／日

便 器 数：男女兼用 1 穴

電 気 代：ヒーターを使用しない場合

補給用チップ：使用量は標準的なもので、価格（送料別）は稼働状況により異なる

○その他メーカーからの情報

・本実証試験用のトイレは便器が１基で、機能も実証試験用として最低限の装備としたため、雨水の貯留・補給機能もつけていません。通常の装置は、便器は２台以上設置しています。また一般用として標準の雨水タンクを用意しています。

・電力も商用電源が利用できたため、自家発電装置はつけていませんが、自家発電装置の設置も可能です。補助電源としてのソーラーパネル等の装備も検討しており、太陽光・ミニ風力、マイクロ水力発電などの自然エネルギーを活用して、電力消費や環境負荷を軽減するための設計も行います。

・衛生性能を一層向上させるために、オゾン処理装置の開発も進めています。

環境技術実証モデル事業

山岳トイレ技術分野

# 山岳トイレし尿処理技術
# 実証試験結果報告書

平成１９年８月

実　証　機　関：特定非営利活動法人グラウンドワーク三島
環境技術開発者：株式会社東陽綱業
技術・製品の名称：バイアニクストイレ（杉チップ方式）

目　次

［結果編］

［導入編］


［資料編］

# 1. 趣旨と目的

本報告書は、株式会社東陽綱業が開発した杉チップ型バイオトイレを対象に実施した実証試験の結果報告である。

この杉チップ型バイオトイレは、排泄された汚水を受ける汚水槽、汚水の処理を担う嫌気・曝気槽および反応槽、処理水を循環利用するための貯水槽からなっている。このうち反応槽には杉のチップが蓄えられており、ここに、嫌気・曝気槽で前処理された汚水を散水することによって汚水の一層の処理を行うとともに、水分の蒸発を図ることが特徴になっている。言い換えれば、杉チップからの蒸発の範囲内では汚水を系外に排出する必要がなく、水質汚濁等の環境負荷が生じないことが特徴とされる。

この杉チップ型バイオトイレについては開発後 10 年弱が経過し、その間に富士山頂における実用化ならびに越冬試験等が行われ、これらの結果に基づいて逐次改良が行われてきた。また地方公共団体や民間企業での導入実績も増えてきている。

このような事情から、装置についての第三者的な立場からの評価が期待され、製作者である株式会社東陽綱業からの申請を受けて、特定非営利活動法人グラウンドワーク三島が本モデル事業の実証機関として、平成 18 年 9 月から同 19 年 6 月にかけて行った、実証試験の結果報告である。

# 2. 実証試験の概要

実証試験の概要を表 2-1、図 2-1 に示す。

表 2-1 実証試験概要

| 項目 | 内容 |
|---|---|
| 実証試験期間 | 平成 18 年 9 月 11 日～平成 19 年 6 月 20 日（延べ 283 日） |
| 実証試験場所 | 静岡県富士宮市原字白糸 614-4　白糸の滝付近<br>（標高：455m　位置：地図参照） |
| 実証機関 | 特定非営利活動法人グラウンドワーク三島 |
| | 〒411-0855 静岡県三島市本町 7-30<br>TEL 055-981-5421　　FAX 055-983-0136 |
| 実証申請者 | 株式会社東陽綱業 |
| | 〒565-0832 大阪府吹田市五月が丘南 14-32<br>TEL 06-6378-5518　FAX 06-6378-5540 |
| 実証装置<br>（し尿処理方式） | バイアニクストイレ（杉チップ方式） |

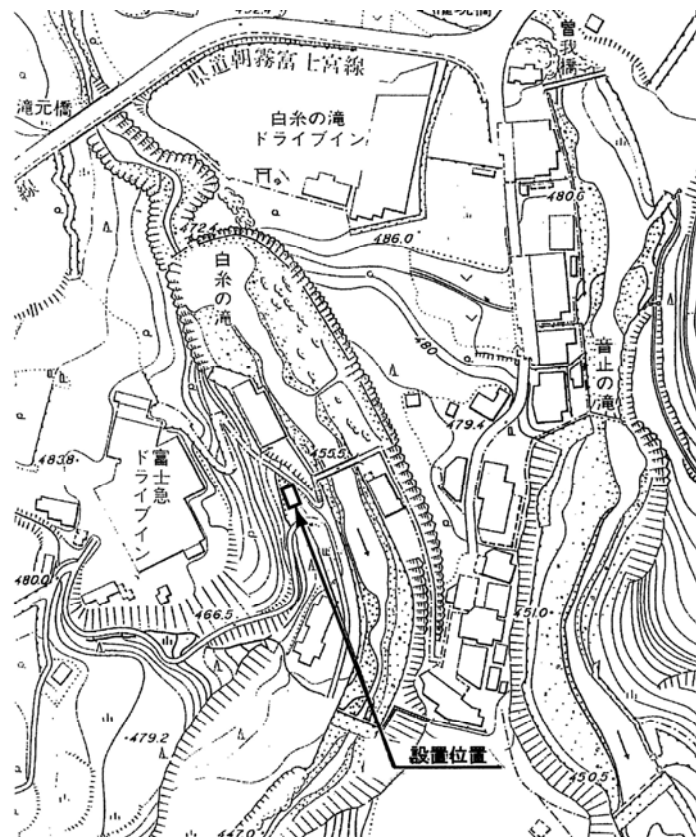



図2-1 設置位置図

# 3. 実証試験場所の概要

## 3−1 実施場所

実証対象となるトイレ名称および所在地、設置主体を以下に示す。

・ トイレ名称：バイアニクストイレ
・ 所在地：静岡県富士宮市原字白糸 614-4
・ 設置主体：特定非営利活動法人グラウンドワーク三島

## 3−2 実施場所の諸条件

設置場所とした富士山麓の白糸の滝は、国指定の名勝、天然記念物に指定された景勝地であり、年間 48 万人の観光客が訪れる。

以下に白糸の滝周辺の自然・社会条件およびトイレ設置条件を示す。

①標 高：455m
②気 温：最高 30℃（7 月） 最低 -5℃（2 月）
③降水量：1,800 ㎜/年 最多月 190 ㎜/月（8 月） 最小月 40 ㎜/月（2 月）
④積雪量：年 1~2 回 10cm 以下
⑤商用電源：無（隣接の売店から引き込む）
⑥水：水道なし（川の水を人手で汲み取る）
⑦地 形：白糸の滝から流出する河岸段丘
⑧地 質：火山層
⑨周辺施設：売店、ドライブイン等
⑩既存トイレ：駐車場に公共トイレがあるが、滝壺周辺にはない
⑪白糸の滝の入込み状況：年間 48 万人、シーズン（4 月〜10 月）36 万人
⑫トイレ利用見込み：150 回/日（ピーク時）
⑬バイアニクストイレの供用開始年月：平成 18 年 9 月
⑭バイアニクストイレの利用期間：平成 18 年 9 月〜19 年 6 月
⑮バイアニクストイレの利用者数：土日祝 70 人 ・ 平日 25 人 （見込み）
⑯関連法規：周辺一帯は ・富士箱根伊豆国立公園特別地域
・風致保安林
・「文化財保護法」に基づく名勝及び天然記念物の指定地区

（①、②、③、④、⑦、⑧、⑯のデータは富士宮市資料による）

# 4. 実証装置の概要

## 4−1 実証装置の特徴と処理フロー

### （１）実証対象技術の特徴

① 杉チップを用いた生物処理方式

本装置の汚水処理の大きな特徴は、処理工程に杉チップを用いた生物処理であるといえる。また本装置においては、臭気の発生が無いこと、汚泥は殆ど蓄積せず、また杉チップの交換も不要であり、処理・処分の必要がないことも特徴である。

② 嫌気・好気処理による有機物の分解

処理工程の前段において、複数の嫌気・曝気槽を直列に配置し、順次汚水を流下させることで、嫌気･好気処理による有機物の分解、アンモニアの硝化・脱窒等が行われる。

③ 反応槽による吸着･分解と水分蒸発

前段で処理された汚水に残った汚濁負荷は、さらに杉チップが充填された反応槽で有機物の分解や硝化･脱窒が行われる。また、この反応槽で水分が蒸発処理される。

④ 水の循環利用による環境負荷防止と水洗トイレの実現

循環に必要な水については、処理開始時に貯水槽等に必要な水を給水する必要があるが、利用人数に比べて蒸発量が多く循環水が不足する場合には、別途に設置する雨水貯留タンクや水道等から水を補給する。

この処理水を循環させて、トイレの洗浄水に用いているため、水洗式トイレと同様の利用方法となっている。

⑤ 環境保全効果

本装置の導入による環境保全効果をまとめると、以下のとおりになる。

トイレットペーパーを含む汚水は、装置内で循環させて処理しており、汚水・汚物の系外排出がないことから、環境への負荷は極めて少ない。

杉チップは､交換することなく継続使用するため､廃棄物として処分する必要がない。また、悪臭の発生がない。

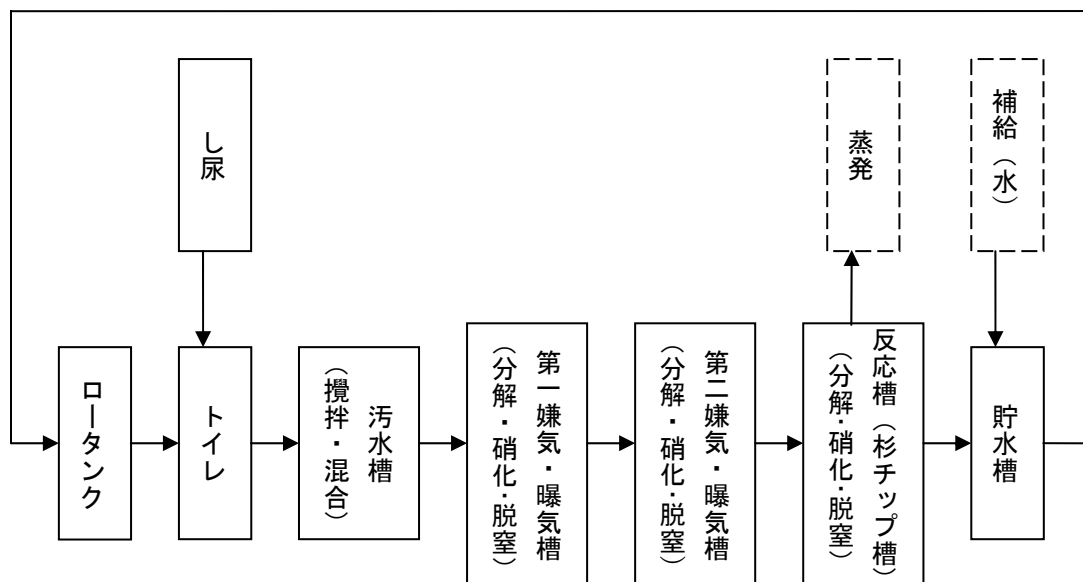
図 4-1 に処理フロー、図 4-2 に装置の図面と写真を示す。また、装置の仕様を表 4-3 に示す。

① トイレから流されたし尿と洗浄水は「汚水槽」（160L）に送られる。
②「汚水槽」では、トイレットペーパー以外の夾雑物がスクリーンで除かれ、し尿と循環水を攪拌・混合する。
③ 循環水と混合されたし尿は、加圧ポンプで「第 1 嫌気・曝気槽」（150L）および「第２嫌気・曝気槽」（150L）に送られ、有機物の分解、アンモニアの硝化・脱窒等が行われる。
④ 嫌気・曝気処理されたし尿は「反応槽（杉チップ槽）」（880L）に送られ、有機物の分解や硝化・脱窒に加えて、水分の蒸発が行われる。
⑤「反応槽」で処理された水は「貯水槽」（480L）に貯えられる。その後、トイレのロータンクに送られ、洗浄水として循環利用される。

図 4-1 処理フロー

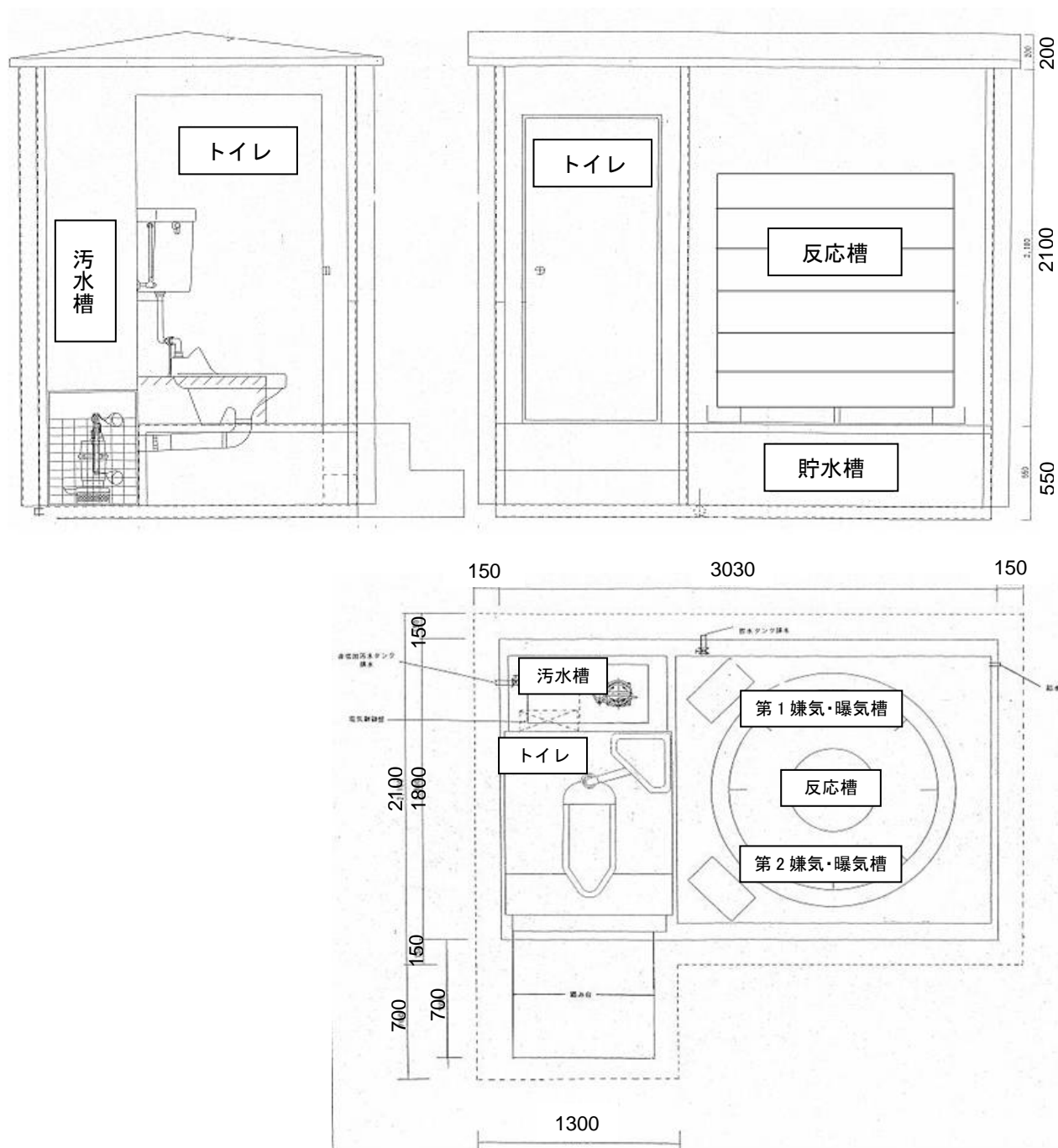



図 4-2 実証装置（トイレ）の平断面図

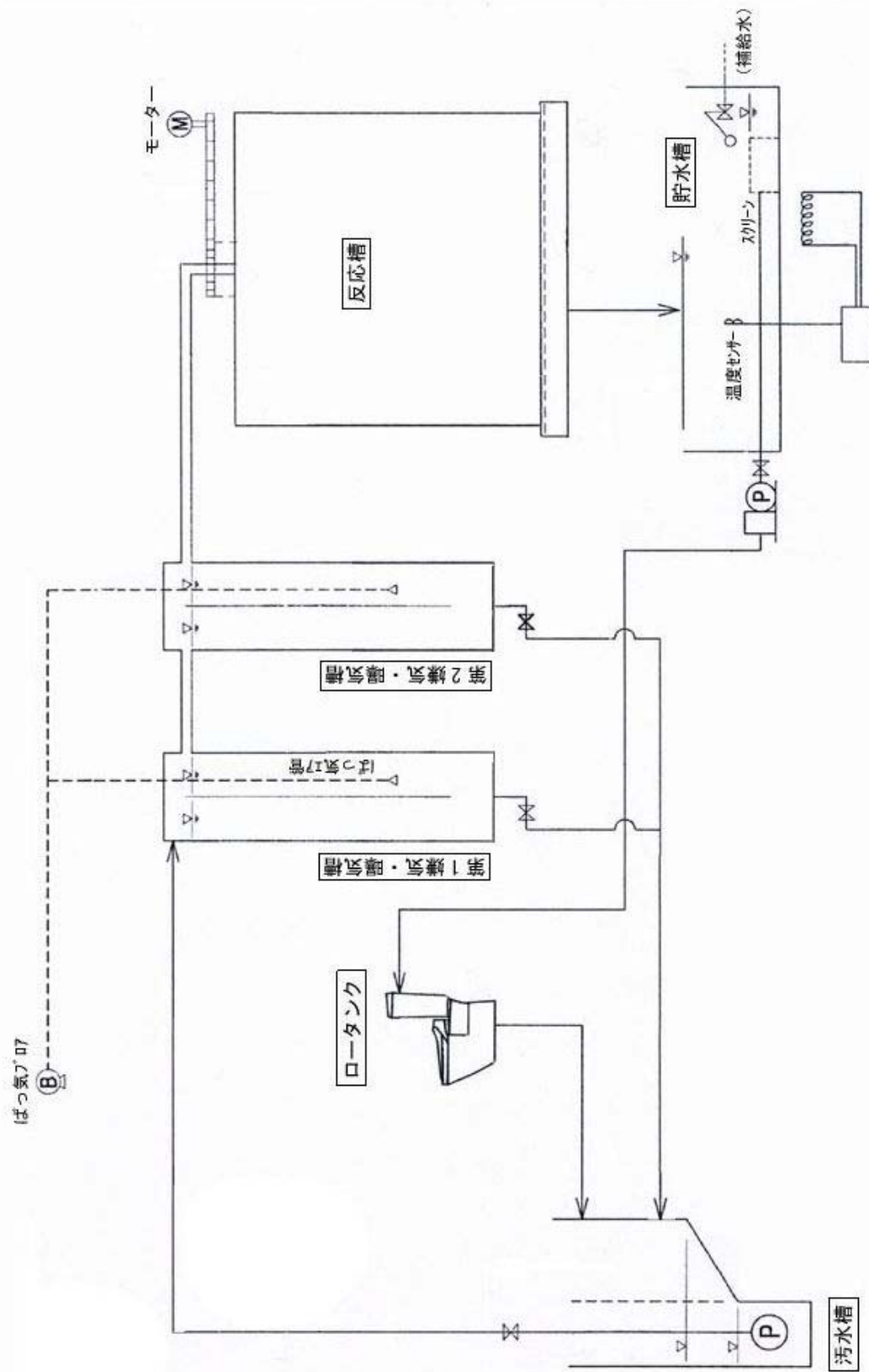



図 4-3　処理フロー概略図

トイレ外観

トイレ内・和式便器ブース

図 4-4 実証装置（トイレ）の写真

## 4－2 実証装置の設置・建設方法

本実証装置は、平成 18 年 9 月に特定非営利活動法人グラウンドワーク三島が富士宮市白糸の滝に、試験目的のため、メーカー工場より移設したものである。**表 4-1** に、実証装置の設置・移設方法概要を示す。

表 4-1 実証装置の設置・建設方法概要

| No. | 項 目 | 内 容 |
|---|---|---|
| 1 | 施工期間 | 平成 18 年 9 月 1 日・9 月 7 日（2 日間） |
| 2 | 施工方法 | 施工前の地盤は、凹凸が多くあるのを整地し、足場を設置する。(9 月 1 日)<br>株式会社東陽綱業工場からトラックとクレーンを利用してトイレを実証試験地へ搬入（9 月 7 日） |
| 3 | 建設コスト | 総事業費 9,560 千円<br>○ 本体設備費 8,400 千円<br>○ 本体据付工事費 540 千円<br>○ 電気工事費 280 千円<br>○ 運搬費等 340 千円 |
| 4 | 搬入方法 | 陸路による資材搬入 |

## 4−3 実証装置の運転・維持管理方法

実証装置に関する通常の運転・維持管理方法を表 4-2 に示す。

表 4-2 運転・維持管理方法

| No. | 分類項目 | 調査者 | 記録方法 |
|---|---|---|---|
| 1 | 日常管理 | 富士宮市観光協会 | 日常管理チェックシートに記録 |
| 2 | 定期点検 | 特定非営利活動法人<br>グラウンドワーク三島 | 定期点検チェックシートに記録 |
| 3 | トラブル対応 | 富士宮市観光協会 | トラブル対応チェックシートに記録 |
| 4 | マニュアルの<br>信頼性 | 特定非営利活動法人<br>グラウンドワーク三島 | マニュアルチェックシートに記録 |

## 4−4 実証装置の条件設定

本対象装置は仮設トイレであるが、現地利用状況を考慮して設計した。処理能力は平常時 100 回/日、利用集中時 160 回/日である。

トイレットペーパーは、トイレブース内の備え付けのものを使用し、トイレに流す方式であり、分別は想定していない。

## 4−5 実証装置の仕様

本実証装置の仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 実証装置の仕様

| 企業名 | | 株式会社東陽綱業 |
|---|---|---|
| 技術名称 | | バイアニクストイレ（杉チップ方式）技術 |
| 装置名称 | | バイアニクストイレ |
| し尿処理方式 | | 生物処理 |
| 型番 | | T200AED-1S |
| 製造企業名 | | 株式会社東陽綱業 |
| 連絡先 | 住所 | 〒564-0002　大阪府吹田市岸辺中一丁目7-8 |
| | 担当者 | 大岩　孝 |
| | 連絡先 | TEL：06-6378-5518　FAX：06-6378-8540 |

| | E-mail | info@toyo-bianics.co.jp |
|---|---|---|
| 設置条件 | 水 | 初期水：1,200ﾘｯﾄﾙ　補給水：38ﾘｯﾄﾙ/月 |
| | 電気 | 必要電力：1,100W(ヒーター稼働時3,100W)<br>消費電力量：350kWh/月(同1,800kWh/月) |
| | 道路 | 必要(ただし、装置搬入時) |
| 使用電力 | 電源電圧 | 100Ｖ |
| | 相　数 | 単相 |
| | 電　力 | 1,100W(ヒーター稼働時 3,100W) |
| | 周波数 | 50 サイクル |
| 使用燃料 | | 不要 |
| 使用資材 | 種類 | 杉チップ |
| | 消費量 | 6kg/年　（補給は1年に1回程度） |
| 温度 | | 5℃(ヒーターを稼働させない場合) |
| 装置タイプ | | 一体型（トイレと処理装置が一体） |
| サイズ | | W=3,030mm d=2,000mm h=2,850mm |
| 重量 | | 3t |
| 便器数 | | 男女共用　和 1 |
| 洗浄水量 | | 11 ﾘｯﾄﾙ |
| 処理能力 | 平常時 | 100回/日（12.5ﾘｯﾄﾙ/日） |
| | 利用集中時 | 160回/日（20ﾘｯﾄﾙ/日） |
| | ※し尿原単位を（0.125ﾘｯﾄﾙ/回と想定して算定） | |
| 最終処分方法 | | し尿処理場への持込(冬季閉鎖時に水抜きをする場合最大1.2t) |
| 保証期間 | | 1年 |
| 償却期間 | | 7年 |
| ランニングコスト | | 電気代：6,000円/月(ヒーター稼働時は＋28,800円/月)<br>トイレットペーパー2,500円/月 |
| 納入実績 | | 19箇所（平成18年9月設置時） |

# 5. 実証試験方法

## 5－1 実証試験の実施体制

実証試験実施体制を図 5-1 に示す。また、各組織の連絡先を表 5-1 に示す。

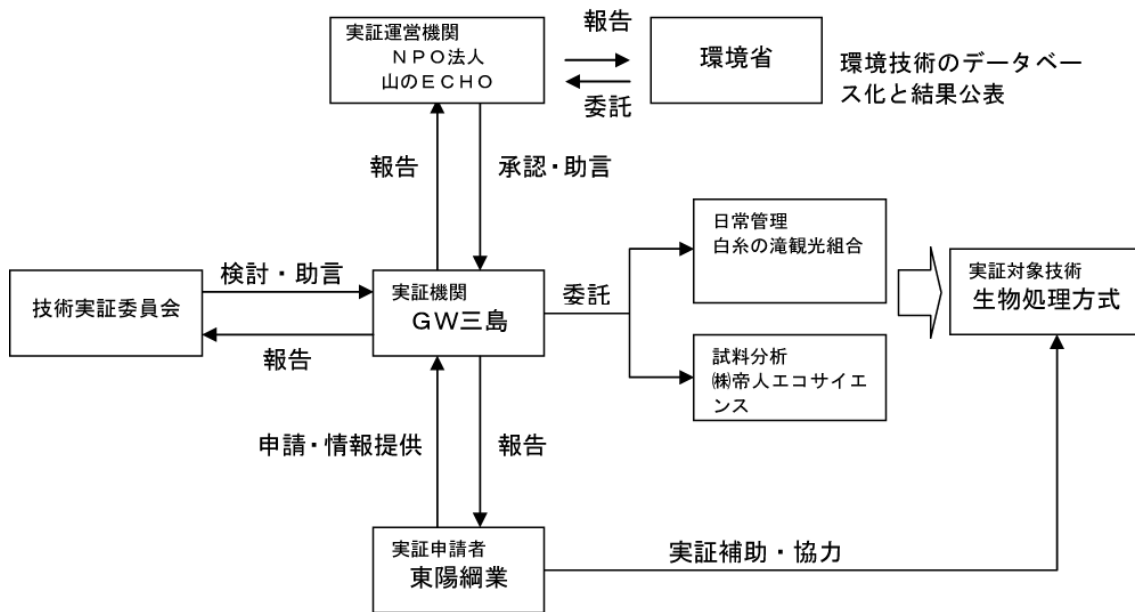



図 5-1 実施体制図

表 5-1 参加組織の連絡先

| | | |
|---|---|---|
| 実証機関 | 特定非営利活動法人グラウンドワーク三島 | |
| | 〒411-0855　静岡県三島市本町7-30<br>TEL・FAX：055-983-0136 | |
| 技術実証委員 | 岩堀恵祐（委員長） | 静岡県立大学環境科学研究所教授 |
| | 小川浩 | 財団法人日本環境整備教育センター調査研究部・主幹 |
| | 熊澤喜久雄 | 東京大学名誉教授 |
| | 桜井敏郎 | 社団法人神奈川県生活水保全協会理事 |
| | 速水洋志 | 速水技術プロダクション代表 |
| 実施機関<br>（日常管理） | 富士宮市観光協会（委託） | |
| | 〒418-8601　静岡県富士宮市弓沢町150番地<br>TEL：0544-22-1155　（富士宮市役所商工観光課） | |
| 実施機関<br>（定期点検） | 特定非営利活動法人グラウンドワーク三島 | |
| | 〒411-0855　静岡県三島市本町7-30<br>TEL・FAX：055-983-0136 | |

| 実施機関<br>（試料分析） | 帝人エコサイエンス株式会社（委託） |
|---|---|
| | 〒205-0023 東京都羽村市神明台4-8-43<br>TEL：042-530-4030 |
| 実証申請者 | 株式会社東陽綱業 |
| | 〒564-0002　大阪府吹田市岸辺中一丁目7-8<br>TEL：06-6378-5518　FAX：06-6378-8540 |

## 5－2 役割分担

本試験の実施は、山岳トイレし尿処理技術実証試験要領に準拠した。参加組織の役割分担を以下に示す。

実証試験参加組織と実証試験参加者の役割分担を以下に示す。

### （１）環境省

- モデル事業全体の運営管理及び実証手法・体制の確立に向けた総合的な検討を行う。
- 環境省総合環境政策局長の委嘱により「環境技術実証モデル事業検討会」を設置する。
- 実証対象技術分野を選定する。
- 実証運営機関を選定する。
- 実証機関を承認する。
- 実証試験結果報告書を承認する。
- 実証試験方法の技術開発を行う。
- 実証試験結果等、関連情報をデータベースにより公表する。
- 試験結果報告書を承認後、ロゴマーク及び実証番号を申請者に交付する。

### （２）環境技術実証モデル事業検討会（以下、「モデル事業検討会」という。）

- 環境省が行う事務をはじめとして、モデル事業の実施に関する基本的事項について、専門的知見に基づき検討・助言を行う。
- モデル事業の実施状況、成果について評価を行う。

### （３）実証運営機関

- 山岳トイレし尿処理技術ワーキンググループ（有識者（学識経験者、ユーザー代表等）により構成。原則公開で実施）を設置する。
- 実証試験要領を作成・改訂する。
- 実証機関を選定する。（予算の範囲内において、複数設置することができる）
- 実証機関が審査した技術を承認する。
- 実証機関に実証試験を委託する。
- 実証申請者から実証試験にかかる手数料の項目の設定と徴収を行う。

- 必要に応じ、実証機関に対して実証試験計画の内容についての意見を述べる。
- 実証試験結果報告書を環境省に報告し、承認を得る。
- 必要に応じ、実証試験方法の技術開発を、環境省に代わり行うことができる。
- 環境技術実証モデル事業実施要領（第４版）第２部第５章２．の当該技術分野における実証機関の選定の観点に照らし適切と認められた場合に限り、自ら実証機関の機能を兼ねることができる。

## （４）山岳トイレし尿処理技術ワーキンググループ（以下、「WG」という。）

- 実証運営機関が行う事務のうち、実証試験要領の作成、実証機関の選定等について、専門的知見に基づき検討・助言を行う。
- 山岳トイレし尿処理技術分野に関するモデル事業の運営及び実証試験結果報告書に関して助言を行う。
- 当該分野に関する専門的知見に基づき、モデル事業検討会を補佐する。
- より効果的な制度の構築のため、必要に応じ、ベンダー代表団体等も含めた拡大WG（ステークホルダー会議）を開催することができる。

## （５）実証機関

- 環境省及び実証運営機関からの委託・請負により、実証試験を管理・運営する。
- 有識者（学識経験者、ユーザー代表等）で構成する技術実証委員会を設置し、運営する。
- 実証手数料の詳細額を設定する。
- 企業等から実証対象となる技術を公募する。
- 技術実証委員会の助言を得つつ、申請技術の実証可能性を審査し、審査結果について、実証運営機関の承認を得る。
- 申請技術の審査結果は、当該技術の申請者に通知する。
- 実証試験要領に基づき、実証申請者と協議を行い、技術実証委員会で検討し、実証試験計画を作成する。
- 実証試験要領及び実証試験計画に基づき、実証試験を実施する。そのための、各種法令申請や土地の確保等の手続きについての業務を行う。
- 実証申請者の作成した「取扱説明書及び維持管理要領書」等に基づき、実証装置の維持管理を行う。
- 実証試験の一部を外部機関に委託する際は、外部機関の指導・監督を行う。
- 技術実証委員会での検討を経た上で、実証試験結果報告書を取りまとめ、実証運営機関に報告する。
- 装置の継続調査が必要と判断した場合、実証申請者の責任において調査を継続するよう実証申請者に助言することができる。

## （６）技術実証委員会

- 実証機関が行う「対象技術の公募・審査」、「実証試験計画の作成」、「実証試験の過程で発生した問題の対処」、「実証試験結果報告書の作成」、などについて、専

門的知見に基づき検討・助言を行う。

## （７）実証申請者（株式会社東陽綱業）

- 実証機関に、実証試験に参加するための申請を行う。
- 実証試験にかかる手数料を実証運営機関に納付する。
- 既存の試験データがある場合は、実証機関に提出する。
- 実証試験計画の策定にあたり、実証機関と協議する。
- 実証機関に対し、実証試験計画の内容について承諾した旨の文書を提出する。
- 「専門管理者への維持管理要領書」、「日常管理者への取扱説明書」等を実証機関に提出する。
- 実証試験実施場所に実証装置を設置する。
- 原則として、実証対象装置の運搬、設置、運転及び維持管理、撤去に要する費用を負担する。また薬剤、消耗品、電力等の費用も負担する。
- 既に設置してある装置については、必要に応じて、実証試験に必要な付帯機器・装置を設置する。
- 実証試験計画に基づき、または実証機関の了承を得て、実証試験中に装置の操作や測定における補助を行う。
- 機器の操作、維持管理に関し必要な訓練を受けた技術者を提供する。
- 運転トラブルが発生した際は速やかに実証機関に報告し、実証機関の承認を得て、できれば立ち会いの上で、迅速に対処するとともに、対処状況を実証機関に報告する。
- 実証試験結果報告書の作成において、実証機関の求めに応じて協力する。

## （８）運転・維持管理者

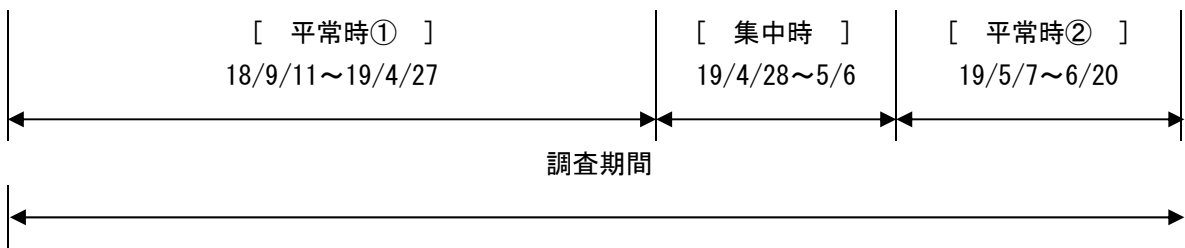
- 装置を適正に運転・維持管理するための掃除や操作は、実証申請者が作成する「維持管理要領書」をもとに実証機関が行う。実証機関は、必要に応じて維持管理の一部を外部の民間事業者等に委託する。
- 実証申請者は、運転及び維持管理内容について、実際に作業するものと十分打合せを行うとともに、作業方法を指導する。
- 実証データの信頼性・中立性を保持するために、受託者は、トラブル等の異常時を除いて、実証申請者に連絡を取る場合は、すべて実証機関を介することとする。
- 実証機関は、装置に異常が発生した際には速やかに実証申請者に連絡をとり、実証申請者の示した定常運転状態に復帰させるよう対処する。不測の事態の場合には、実証機関は実証申請者とともに対応する。
- 異常時中の試料採取結果は、実証試験結果報告書に掲載する分析有効数値としては用いないが、その状態、原因、復帰方法を実証試験結果報告書に記載する。

## 5－3 実証試験期間

実証試験期間を表 5-2 に示す。試験期間は、集中時と平常時に分け、集中時としては 1 年間で最もトイレ利用者が多いと見込まれる平成 19 年 4 月 28 日から 5 月 6 日のゴールデンウィークに設定した。また、平常時は集中時以外の期間とした。

注：当初は集中時を紅葉シーズンの平成 18 年 9 月 16 日から 10 月 9 日に見込んでいたが、集中豪雨によってトイレのアクセス路が崩壊するという事故が起き、トイレの利用者が少なかったため、上記の期間に再設定した。

表 5-2 実証試験期間

| No. | 項目 | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 試験期間 | 平成 18 年 9 月 11 日～平成 19 年 6 月 20 日 |
| 2 | 集中時 | 平成 19 年 4 月 28 日～平成 19 年 5 月 6 日 |
| 3 | 平常時 | 平常時①　平成 18 年 9 月 11 日～平成 19 年 4 月 27 日<br>平常時②　平成 19 年 5 月 7 日～平成 19 年 6 月 20 日 |

## 5－4 実証試験の項目

実証の視点、分類項目および実証項目を表 5-3 に示す。

表 5-3 実証の視点、分類項目、実証項目

| 分類 | 視点 | 項目 | 調査・分析方法 | 備考 |
|---|---|---|---|---|
| 1.装置の稼働状況 | 装置が正常に稼働しているかを確認するとともに、電気使用量や補給水量、資材の使用量の把握 | ①稼働状況<br>②混合･撹拌状態 | 目視 | 結果を管理シートに記入 |
| | | ③利用人数<br>④電力使用量<br>⑤補給水量<br>⑥杉チップ補充量<br>⑦その他（気温、湿度等） | 計器によるカウント | ― |
| 2.維持管理性能 | 維持管理マニュアルの解りやすさや、維持管理上の課題の把握 | ①日常管理<br>②定期管理<br>③トラブル対応<br>④マニュアルの信頼性 | 作業内容、所要人員、所要時間、作業性等の把握 | 結果をチェックシートに記入 |
| 3.室内環境 | トイレブース内の快適性のチェック | ①温・湿度 | 計器による把握 | |
| | | ②利用者による評価 | アンケート | 臭気等 |
| 4.周辺への影響 | トイレ設置による周辺環境への影響の把握 | ①土地改変状況 | 目視 | ― |
| | | ②臭気 | 機器による計測 | ― |
| 5.処理性能 | 循環水の水質分析による処理性能の実証 | ①色度<br>②水素イオン濃度(pH)<br>③浮遊物質(SS)<br>④生物化学的酸素要求量(BOD)<br>⑤化学的酸素要求量(COD)<br>⑥塩化物イオン（$Cl^-$）<br>⑦窒素(T-N、$NH_4$-N、$NO_2$-N、$NO_3$-N)<br>⑧全リン(T-P)<br>⑨電気伝導率(EC)<br>⑩蒸発残留物<br>⑪強熱減量<br>⑫大腸菌、大腸菌群数<br>⑬好気耐熱芽胞菌 | 標準試験法による分析 | ― |
| 6.その他 | 杉チップの利用や循環水による水洗など、本装置特有の事項について分析 | ①杉チップ付着物分析 | 電子顕微鏡観察 | ― |
| | | ②杉チップ抗菌試験 | 採取・分析 | ― |
| | | ③浮遊菌分析 | 採取・分析 | ― |
| | | ④消毒・脱色試験 | オゾン注入 | ― |

## 5－5 稼働条件・状況

対象技術となる装置が適正に稼働するための前提条件として想定される項目を表5-4に示す。実証データの算定にあたっては、日常管理者が把握するデータを基礎とする。

表5-4 稼働条件・状況に関する実証項目の測定方法と頻度

| 分類項目 | 実証項目 | 測定方法 | 頻度 | 調査者 |
|---|---|---|---|---|
| 処理能力 | トイレ利用人数 | カウンターを設置して、午前9時頃に測定 | 毎日 | 富士宮市観光協会<br>ＧＷ三島 |
| 電力 | 消費電力量（kWh/日） | 電力計を設置して測定 | 毎日 | |
| 天気 | 管理･測定時の天気 | 選択：晴れ・曇り・霧・雨・雪 | 毎日 | |
| 気温 | 設置場所の気温 | 温度計を設置して測定 | 毎日 | |
| 湿度 | 設置場所の湿度 | 湿度計を設置して測定 | 毎日 | |
| 水位 | 貯水槽の水位 | 水位計を設置して測定 | 毎日 | |
| 水温 | 貯水槽の水温 | 温度計を設置して測定 | 毎日 | |
| 反応槽温度 | 反応槽の温度 | 温度計を設置して測定 | 毎日 | |
| 補給水 | 補給水の水量 | 補給ごとに水位計を測定 | 都度 | |
| 投入資材（杉チップ） | 投入量（$m^3$） | 投入時ごとに記録 | 都度 | ＧＷ三島 |

### 5－5－1 気象

実証対象トイレの屋外と屋内に最高・最低温度計と、屋内に湿度計を設置し、毎日朝9時頃に記録した。

図5-2 屋外の最高・最低温度計

図5-3 屋内の最高・最低温度計と湿度計

## 5−5−2 利用者数

トイレブース入口ドアにスイッチ式利用者カウンターを設置し、期間中のトイレ利用者数を計測した。トイレに入って出ることで、２回ドアの開閉がなされるので、その数値を２で割ると、利用者の人数が割り出せる計算とした。

ロータンクレバーを作動させた際、ロータンクから水が排出される回数を数えるカウンターを設置し、表示される数字を富士宮市観光協会の協力を得て、毎日朝9時頃に記録した。

この２種類の利用者のうち、タンクレバーのデータをベースに、これをドア開閉数でチェックして利用者数とした。

利用者カウンター本体

トイレブース入口上部・
利用者カウンター設置状況

ロータンク内カウンター（右上）

ロータンク内カウンター表示パネル（右）

図 5-4 スイッチ式利用者カウンター

## 5−5−3 水量･必要電力

装置を稼働させるために必要な水量および必要電力を把握した。水量は初期水量と補充水量を、必要電力は反応槽で処理した水を循環させるための揚水ポンプの電気使用量を富士宮市観光協会が調査した。

初期水量は本装置を設置した段階で投入した水量のことを指し、補充水量とは試験期間中に水が不足した場合、人為的に追加した水量を指す。なお、初期水量は工事時の記録をもとにした。

## 5－6 維持管理性能

実証申請者が提出する維持管理要領書に沿って運転・管理を行い、管理作業全般について、その実施状況、実施の難易性、作業性、作業量等を総括的に判断し、報告書の作成を行うものとする。

維持管理性能に関する実証項目の記録方法と頻度を表5-5に示す。

表5-5 維持管理性能に関する実証項目の記録方法と頻度

| 分類項目 | 実証項目 | 記録方法 | 頻度 | 調査者 |
|---|---|---|---|---|
| 日常管理全般 | 作業内容、<br>所要人員、<br>所要時間、<br>作業性等 | 日常管理チェックシートに記録［資料1(1)］ | 毎日 | 富士宮市観光協会 |
| 定期点検全般 | | 定期点検チェックシートに記録［資料1(2)］ | 1回/月 | 実証機関 |
| トラブル対応 | | トラブル対応チェックシートに記録[資料1(3)] | 発生時 | 富士宮市観光協会 |
| マニュアルの信頼性 | 読みやすさ、<br>理解のしやすさ、<br>正確性等 | マニュアルチェックシートに記録［資料1(4)］ | 試験終了時 | ＧＷ三島 |

通常は、日常的な管理全般を富士宮市観光協会に委託し、実務は本トイレに近接する同協会内の白糸の滝観光組合が実施している。そのため、日常的な維持管理および発生残渣の搬出に係る調査は白糸の滝観光組合の協力を得て実施した。

一方、専門的な維持管理に係る調査は実証機関である特定非営利活動法人グラウンドワーク三島が平常時は１回/月、集中時は１回/週の頻度で実施した。トラブル対応やメンテナンスマニュアルの信頼性に係る調査は、白糸の滝観光組合と実証機関である特定非営利活動法人グラウンドワーク三島がそれぞれ実施した。

## 5－7 室内環境

トイレを使用する利用者にとっての、トイレブース内の快適性を実証する。

表5-6 室内環境に関する実証項目

| 実証項目 | 方　法 | 頻　度 | 調査者 |
| --- | --- | --- | --- |
| 室温 | 最高・最低温度計を処理室に設置し、午前9時に測定･記録 | 実証期間中（毎日） | 富士宮市観光協会 |
| 湿度 | 湿度計を処理室に設置し、午前９時に測定･記録 | 実証期間中（毎日） | 富士宮市観光協会 |
| 大腸菌等の浮遊状況 | 便器直上および1メートル上で空気を採取し大腸菌等の浮遊状況を分析 | 1時点 | ＧＷ三島 |
| オゾンによる消毒･脱色試験 | 容器に循環水を採取し、これにオゾンを吹き込んで､循環水の消毒･脱色効果を分析 | 1時点 | ＧＷ三島 |
| 利用者による評価 | 利用者へのヒアリング調査により室内環境に対する快適性・操作性に関する許容範囲を把握 | 合計142人（サンプル数） | ＧＷ三島 |

### 5－7－1 室温・湿度

最高・最低温度計と湿度計を屋内に設置し、毎日9時ごろ温度と湿度を計測した。

### 5－7－2 利用者の評価

白糸の滝バイオトイレ利用者にアンケートを実施し、室内環境の快適性と装置の操作性に係る許容範囲を調査した。なお、本アンケートは特定非営利活動法人グラウンドワーク三島が専門的な維持管理調査を実施する際に行った。アンケート項目は以下の項目である。

①トイレの外観
②トイレ室内のにおい
③トイレ室内の明るさ
④機械の作動音
⑤循環洗浄水の色
⑥レバー操作などの使い勝手

なお、ここでは、通常の生活の場と同じような機能や快適性の要求や、それらとの比較をするのではなく、山岳地のトイレとして、室内の環境が必要最小限の条件が満たされているか、許容範囲内であるかについて調査することとした。

## 5−8 周辺環境への影響

対象技術は、非放流式であるが周辺環境に何らかの影響を与える可能性も否定できない。ここでは、土地改変状況について検討する。想定される実証項目を表5-7に示す。

表5-7 周辺環境への影響に関する実証項目

| 分類項目 | 実証項目 | 測定方法 | 頻度 | 調査者 |
|---|---|---|---|---|
| 土地改変状況 | 設置面積、地形変更、伐採、土工量等 | 図面および現場判断により記録 | 1回/設置時 | ＧＷ三島 |
| 臭気 | アンモニア濃度 | 周辺大気の採取分析 | 1回/12月 | ＧＷ三島 |

## 5－9 処理性能

### 5－9－1 試料採取・分析項目および分析方法

（１）試料採取場所

試料採取場所を図5-5および表5-8に示す。

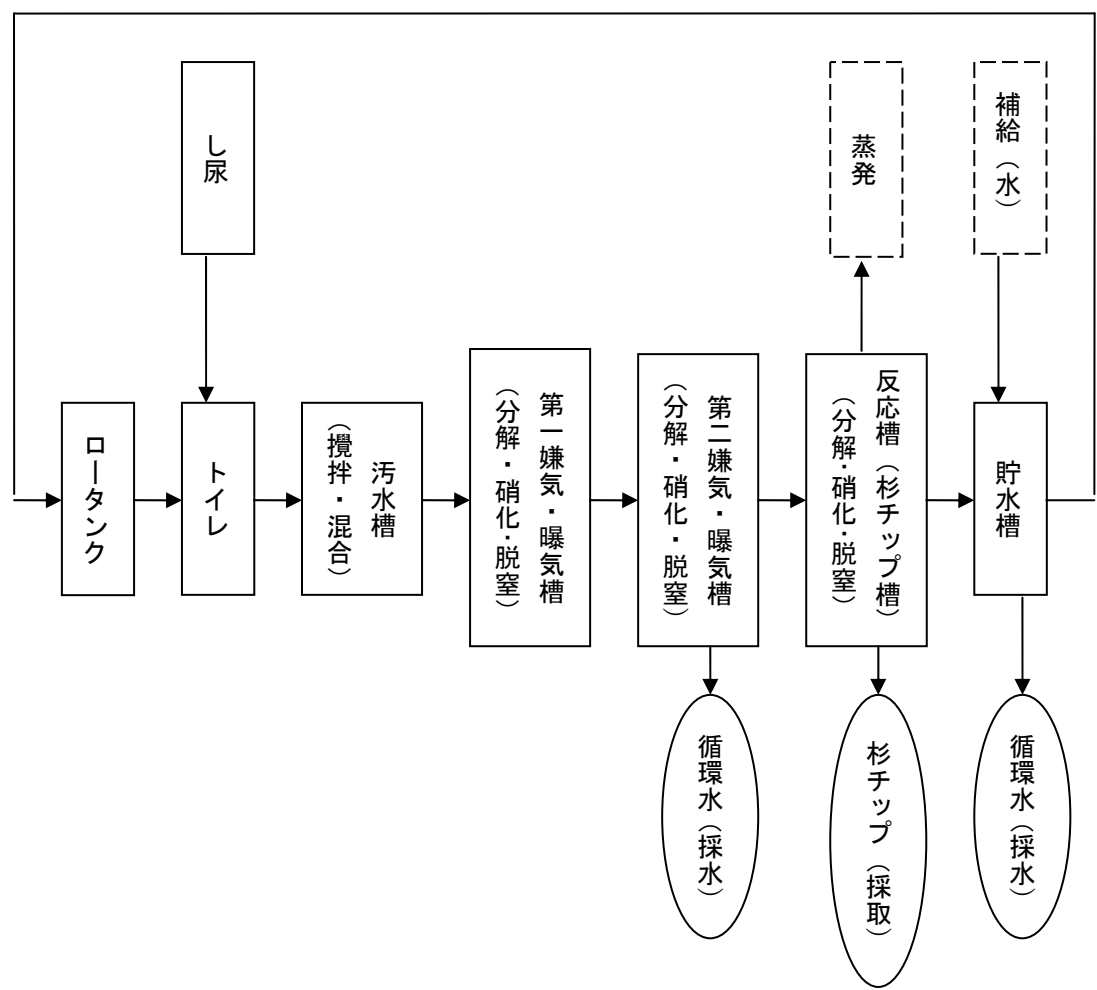



図 5-5 作業フロー内での試料採取場所

表5-8 試料採取場所

| 試　料 | 採取場所 |
|---|---|
| 循環水 | 貯水槽 |
| | 第２嫌気･曝気槽 |
| 杉チップ | 反応槽 |

（２）試料採取・分析項目

処理性能に関する実証項目を表5-9に示す。

表5-9 処理性能に関する実証項目

| 分類項目 | 実証項目 | 分析 | 調査・分析方法 | 実施場所 |
|---|---|---|---|---|
| 1 単位装置の稼働状況 | | － | 構造・機能説明書、維持管理要領書をもとに確認（専門管理シートに記入） | F |
| | 混合･撹拌状態 | － | 目視 | F |
| 2 循環水 | 色度 | ○ | JIS K0102 11 | L |
| | 臭気 | － | 測定者の嗅覚で判定 | F |
| | 水素イオン濃度(pH) | ○ | JIS K0102 12.1 | L |
| | 有機体炭素（TOC） | ○ | JIS K0102 22.1 | L |
| | 生物化学的酸素要求(BOD) | ○ | JIS K0102 21 及び 32.3 | L |
| | 塩化物イオン（$Cl^-$） | ○ | JIS K0102 35.1 | L |
| | 浮遊物質(SS) | ○ | 環境庁告示第59号付表8 | L |
| | 化学的酸素要求(COD) | ○ | JIS K0102 17 | L |
| | 全窒素(T-N) | ○ | JIS K0102 45.5 | L |
| | 全リン(T-P) | ○ | JIS K0102 46.3.1 | L |
| | 電気伝導率(EC) | ○ | JIS K0102 13 | L |
| | 蒸発残留物 | ○ | JIS K0102 14.2 | L |
| | 強熱減量 | ○ | 下水試験方法 2.2.11 | L |
| | アンモニア性窒素($NH_4$-N) | ○ | JIS K0102 42.1 及び 42.2 | L |
| | 亜硝酸性窒素($NO_2$-N) | ○ | JIS K0102 43.1.1 | L |
| | 硝酸性窒素($NO_3$-N) | ○ | JIS K0102 43.2.3 | L |
| | 大腸菌群数 | ○ | 衛生試験法・注解　1.2.1.2.1)(3) ﾃﾞｿｷｼｺｰﾙ酸塩寒天培地法 | L |
| | 大腸菌 | ○ | 衛生試験法・注解　1.2.1.2.1)(5) 酵素基質培地混釈法（MMO-MUG培地） | L |
| | 好気耐熱芽胞菌(定量) | ○ | 衛生試験法・注解　1.2.1.2.1)(7) 標準寒天培地法 | L |
| 3 杉チップ | 好気耐熱芽胞菌 | ○ | 衛生試験法・注解　1.2.1.2.1)(7) 標準寒天培地法 | L |
| | 電子顕微鏡写真(SEM) | ○ | 目視・撮影 | L |
| | VSS | ○ | JIS K0102 14.5 | L |
| | アンモニアガス | ○ | JIS K 0099 6.1 | L |

※実施場所：Ｆ（Field）は現地測定、Ｌ（Laboratory）　は試験室で測定することを表す

※循環水および嫌気・曝気槽中の水の大腸菌及び杉チップの全項目の測定は、第７回目の測定のみとする

（３）水温計の設置

水温は、貯水槽に温度計を使用して毎日9時ごろ測定・記録した。

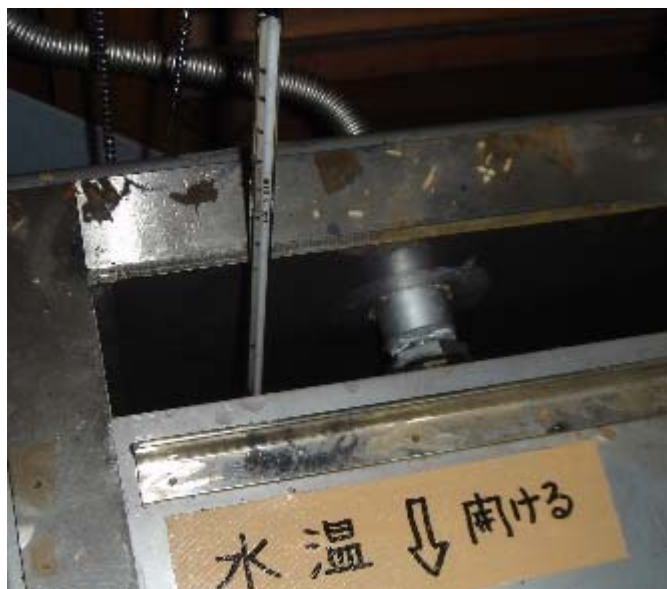



図 5-6 貯水槽内の温度計設置状況

## 5－9－2 試料採取スケジュールおよび採取手法

１）試料採取頻度、体制

試料採取頻度は１～２回/月の頻度で行った（表5-10参照）。

試料採取は原則として月曜の午前中の定刻に採取するものとした。

表5-10 試料採取頻度(試料採取時を○で示す)

| | | 第1週 | 第2週 | 第3週 | 第4週 | 備　考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 平成18年 | 9月 | － | ○ | ○ | ○ | 注１ |
| | 10月 | ○ | － | ○ | － | |
| | 11月 | － | － | ○ | － | |
| | 12月 | ○ | － | ○ | － | |
| 平成19年 | 1月 | － | － | ○ | － | |
| | 2月 | | ○ | | ○ | |
| | 3月 | | | ○ | | |
| | 4月 | | | ○ | | |
| | 5月 | ○ | | | | |
| | 6月 | | ○ | ○ | | 注２ |

注１：当初9月中旬から10月上旬に集中時を設定したため、この期間は毎週試料採取を行った。

注２：集中利用期間（ゴールデンウィーク）の過剰利用の影響でアンモニア臭が発生したため、
その後の経過を見るために6月第2、3週に試料採取を行った。

２）試料採取手法

試料採取方法は、基本的にJIS または下水試験方法に沿って行う。

３）試料採取装置

固形試料の採取においては、スパーテル、園芸スコップ、土壌スコップ等を用いる。

４）試料の保存方法

試料採取場所からは、保冷剤入り保冷容器で試料を搬送し、試験室では、冷蔵庫等の冷暗所に保存する。

５）試料採取時の記録事項

試料採取時の記録事項については、JISK0094「6.採取時の記録事項」を参考に、以下の項目を記録する。

① 試料の名称及び試料番号
② 採取場所の名称及び採取箇所
③ 採取時の天候・気温
④ 採取年月日、時刻
⑤ 採取者の氏名
⑥ 採取時の試料温度、試料周辺温度
⑦ その他、採取時の状況、特記事項等

６）分析の種類

分析の種類は、各単位装置の稼働状況を把握するための稼働状況調査、装置内循環水の性状を把握するための槽内調査、及び杉チップの性状変化の３種類とする。

これらは、単位装置の稼働状況の把握、機能の判断のため試料採取時にその場で行う分析と、試験室に持ち帰ったのち行う分析にわける。

現地で行う調査は、稼働状況調査として、正常な処理物の流れ、機器設備の稼働状況等を確認するとともに、機器測定により温度、湿度など必要な項目を現地で測定する。試験室で行う分析項目は、その他の機器分析、化学分析などとする。

# 6. 実証試験結果

## 6−1 稼働条件・状況

### 6−1−1 気　温

気温は、実証対象トイレの外壁に最高・最低温度計を設置して記録した。最高・最低気温のグラフを図 6-1 に示す。

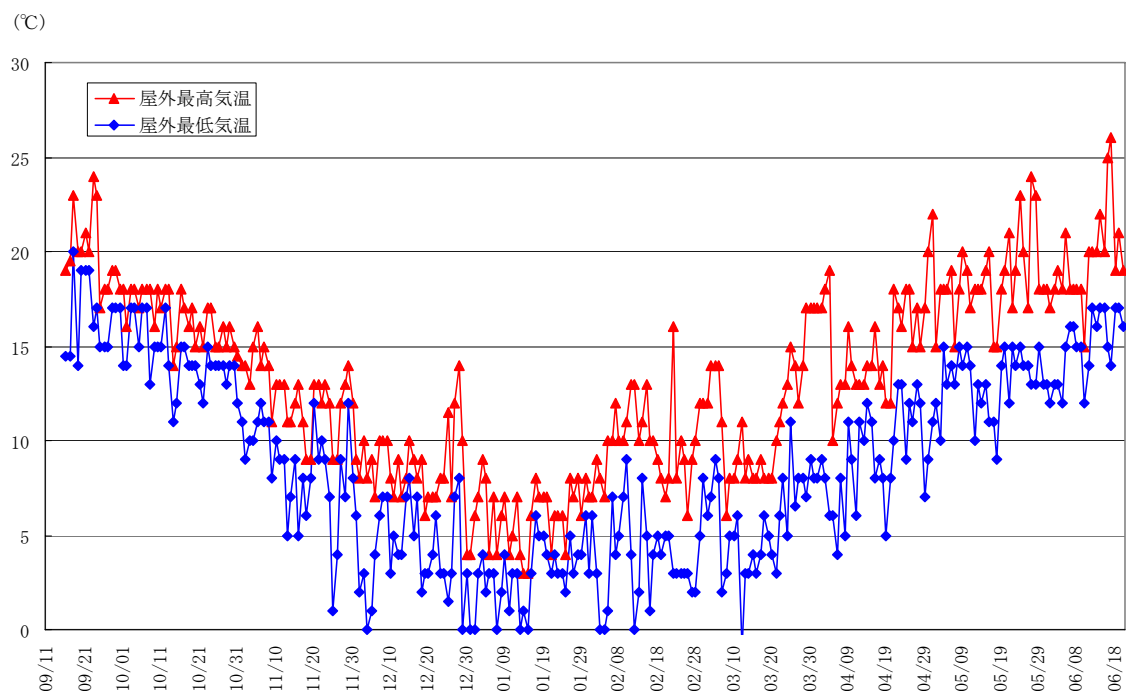



図 6-1 屋外気温

計測期間中の平成 18 年 9 月 16 日～平成 19 年 6 月 21 日における最高気温は 6 月 17 日の 26℃、最低気温は平成 19 年 3 月 12 日の-1.0℃、平均気温は約 10℃で、最低気温が 0℃を観測した日は複数日あったものの、氷点下になったのは 3 月 12 日の 1 日だけであった。

表 6-1 試験期間中の月別気温

| 項　目 | 単位 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 最高気温 | ℃ | 24.0 | 18.0 | 16.0 | 16.0 | 9.0 | 13.0 | 17.0 | 20.0 | 24.0 | 26.0 |
| 最低気温 | ℃ | 14.0 | 12.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.0 | 4.0 | 9.0 | 12.0 |
| 平均気温 | ℃ | 19.6 | 16.1 | 11.4 | 6.7 | 4.7 | 7.0 | 10.9 | 14.5 | 17.6 | 18.6 |

## 6−1−2 利用者数

**図 6-2** に 1 日当たりの利用回数及び累計値を示す。平成 18 年 9 月 11 日～平成 19 年 6 月 20 日までの 283 日間の総利用回数は 14,393 回、日平均利用回数は 50.9 回/日、1 日最大利用回数は 5 月 4 日の 355 回/日であった。

このうちゴールデンウィークの 4 月 28 日から 5 月 6 日の利用者数は、トイレ利用のための誘導を行ったこともあって日平均利用回数は 241 回/日を数え、トイレの処理能力を大幅に超える利用をみた。

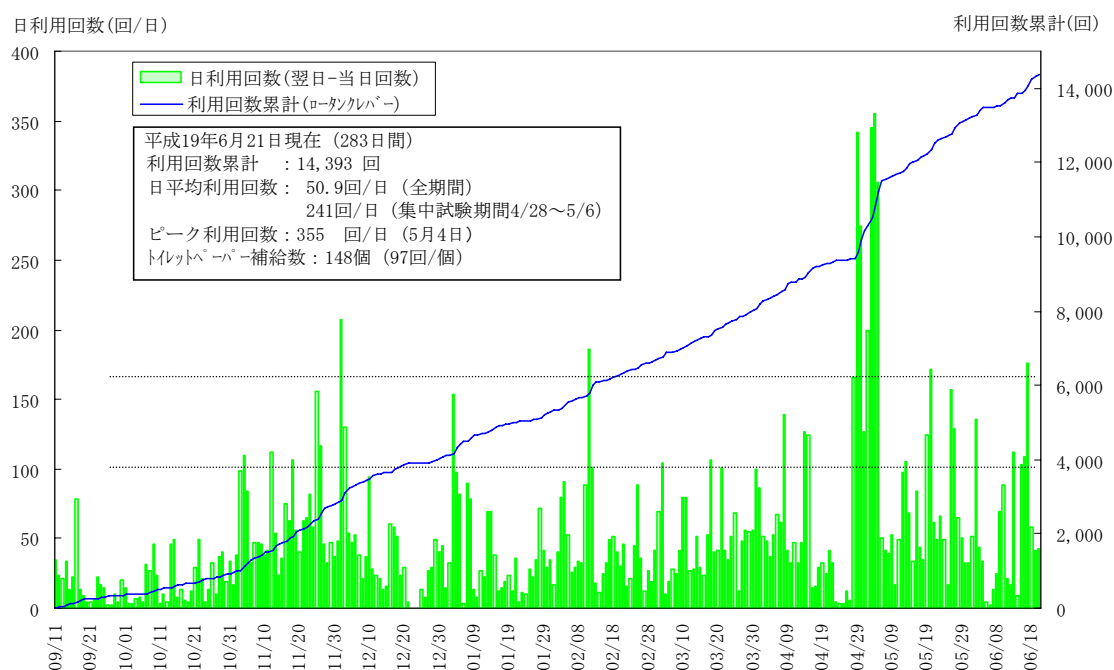



**図 6-2 利用者数**

**【自然災害に伴う利用者の減少と集中試験期間の見直し】**

試験開始 10 日後の 9 月 17 日に、トイレ直下部の崖が崩落する事故が起きた。これにより滝からトイレに通じる通路が通行止めとなり（**図 6-3**, **図 6-4**）、トイレの利用者は駐車場からの利用者のみになったため利用者が著しく減少した。その後 11 月 22 日に仮設橋が完成し、これを利用する迂回路の案内板を掲示したことから、滝からのアクセスも可能になり利用者が回復した。

このような事情から、集中試験期間として当初設定した平成 18 年 9 月 16 日から 10 月 9 日の平均利用者数は 17 回/日ときわめて少ない値となり、集中試験期間を翌 19 年 4 月 28 日から 5 月 6 日のゴールデンウィークに設定し直し、トイレへの誘導を行って設計処理能力に対応した利用が行われた時の状況を把握するものとした。

なお現時点においても復旧工事は完了していない。

図 6-3 崩落場所と通行止め箇所

トイレは橋を渡った林の中に設置

崩落直後、橋は通行止めとなる

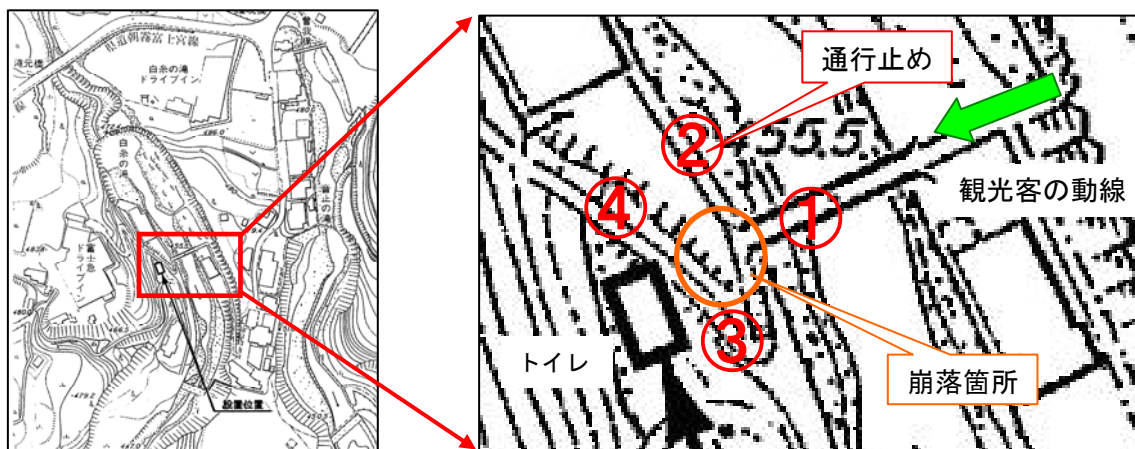
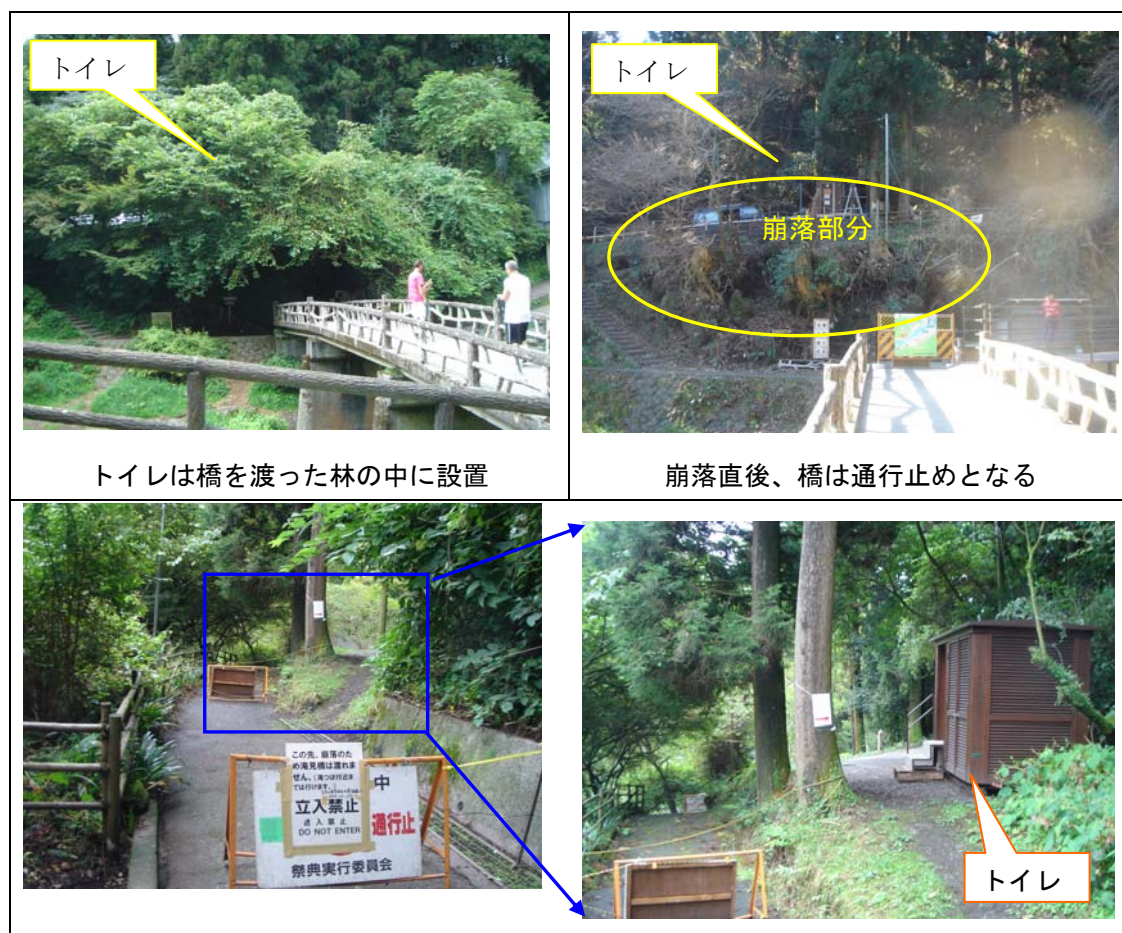



図 6-4 崩落場所と通行止めの状況

## 6−1−3 消費水量・電力量

初期水量と補給水量、電力量に関する試験結果を表 6-2 に示す。

初期に投入した水は、嫌気・曝気槽及び貯水槽用に 600 ﾘｯﾄﾙである。チップ槽については、工場検査に給水し湿潤な状態で出荷しており、水分の補給は行わなかった。初期水は、貯水槽に給水し、同槽に設置している加圧ポンプにて汚水槽に移流し、汚水ポンプにて嫌気・曝気槽に送水することで、同槽を満水状態にした。

反応槽からの蒸発量が流入量よりも多い場合は、貯水槽水量が減少し洗浄水が不足することになるため、貯水槽水位が低下した時は水を補給する必要がある。標準仕様の場合は自動給水装置が設置されているが、上水道設備が接続されていないこと、補給水量の的確な把握のため、本試験ではバケツによる給水とし、補給水量の計測を行った。

補給は、6 回で合計 270 ﾘｯﾄﾙ、1 日平均に換算すると 0.95 ﾘｯﾄﾙ/日である。

なお、4 月 26 日から 5 月 6 日の間の過剰利用がされた期間は、反応槽での水分蒸発以上の水分補給があったため、過剰水を汲み取り保存した。

本施設で必要となる電力は、洗浄水を送る加圧ポンプ、汚水を処理槽に送る汚水ポンプ、曝気を行うブロアポンプ、反応槽を攪拌するモーター、便所室内の照明・排気ファン・人センサーである。冬季の凍結防止用のヒーターは取り付けていない。

期間中の使用電力量は、1,751.4kWh であり、日平均消費電力量は、6.2 kWh/日である。試験期間中はとくに問題なく稼働したことが確認された。

表 6-2　消費水量・電力量

| | 実証項目 | 単位 | 実証結果 | 備　　考 |
|---|---|---|---|---|
| 水　量 | 初期水量 | ﾘｯﾄﾙ | 600 | |
| | 補給水量 | ﾘｯﾄﾙ | 270 | |
| 電力量 | 消費電力量 | kWh | 1,751.4 | 日平均消費電力量　6.2kWh/日 |

※ 計測期間は 283 日間

## 6−1−4 稼働条件・状況のまとめ

装置の設計仕様と稼働条件・状況の試験結果との対応についてのまとめを以下に示す。

〈気　温〉

平成 18 年 9 月から平成 19 年 6 月までの現地における最高気温は 6 月の 26℃、最低気温は 3 月の−1.0℃であった。0℃を記録した日数は 12 月から 2 月にかけての 9 日（12/4、29、31、1/1、7、13、15、2/3、4）を数えたが、凍結するような状況ではなかったため、装置は正常に稼働したと考えられる。

〈利用者数〉

本装置の処理能力は平常時 100 回/日、集中時 160 回/日で設計されている。1 日あたりの利用者数は集中試験日として再設定したゴールデンウィーク前では、100 人を超えた日は 11 月に 5 日、12 月に 2 日、1 月に 1 日、2 月に 2 日、3 月に 4 日、4 月に 3 日あり（計 17 日）、このうち 2 日連続で 100 人を超えた回数が 4 回あった。最も多かったのは 12 月 2 日（土）で 207 人を記録し、冬季としては期待以上の結果を得た。

集中試験日としたゴールデンウィーク中（4 月 28 日〜5 月 6 日）の利用者は 5 月 6 日の雨の日曜を除いて 100 人を超え平均 241 回/日（6 日を除くと 264 回/日）、最も利用の多かった 5 月 4 日には 355 人を数え、設計処理能力を大幅に超える利用があった。

ゴールデンウィーク後では、100 人を超えた日は 5 月に 5 日、6 月に 5 日（計 10 日）であり、このうち 2 日続けて 100 人を超えた回数は 2 回、3 日続けて 100 人を超えた回数は 1 回あった。3 日続けて 100 人を超えた前後の 1 週間（6 月 13 日から 19 日）の利用者は平均 87 回/日であり、1 週間とはいえ平常時の設計人数 100 人に近い利用をみた。

このように、様々な負荷条件のもとでの実験が可能になり、実証実験として有効であったといえる。

〈水・電力〉

装置の稼働に必要な水量は、トイレ供用開始時に注水した 600 ﾘｯﾄﾙである。補給水は、6 回行い合計 270 ﾘｯﾄﾙ、1 日平均に換算すると 0.95 ﾘｯﾄﾙ/日であった。

一方、期間中の使用電力量は 1,751.4kWh であり、日平均消費電力量は 6.2kWh/日である。

表 6-3 性能表示と試験結果の比較

| 性能表示項目・値 | | 試験結果 | 備考 |
|---|---|---|---|
| 適正稼働気温 | 5℃以上<br>（ヒーターのない場合） | 平均気温　11℃<br>最低気温　-1.0℃ | 本装置にはヒーター取り付け済み |
| 処理能力 | 平常時　100 回/日<br><br>集中時　160 回/日 | 平常時　51 回/日<br><br>集中時　355 回/日(5/4) | ＧＷ前（～4/27）　41 回/日<br>ＧＷ後（5/7～ ）　63 回/日<br>4/28～5/6 は平均　241 回/日（注１） |
| 使用水量 | 初期水量　1,200 ﾘｯﾄﾙ<br>補給水量　380 ﾘｯﾄﾙ/月 | 初期水量　600 ﾘｯﾄﾙ※<br>補給水量　29.1 ﾘｯﾄﾙ/月 | （注２）<br>1 月 30 日として |
| 消費電力量 | 350kWh/月 | 189.0kWh/月 | 1 月 30 日として |

注１：雨で利用者が少なかった 5/6 を除くと 264 回/日

注２：工場出荷時に杉チップを湿潤にするため 600 ﾘｯﾄﾙが給水されており、現地での給水量 600 ﾘｯﾄﾙを加えると合計 1,200 ﾘｯﾄﾙとなり、性能表示と同じになる。

## 6－2 維持管理性能

### 6－2－1 日常維持管理

富士宮市観光協会が日常管理チェックシートをもとに調査した結果を表6-4に示す。
日常的な維持管理内容は非常に簡単であるため、処理装置に関しては特に問題はなかったが、掃除の作業性を向上させる上で一部指摘があった。

表6-4 日常維持管理結果

| | 実証試験結果 |
|---|---|
| 実施期間 | 平成１８年９月１１日～平成１９年６月１８日（実施頻度：毎日） |
| 実施者 | 組織名 富士宮市観光協会<br>担当者 鈴木秀雄 |
| 作業人数 | １人 |
| 作業時間 | 平均 0.33時間 |
| 作業内容 | 便器をブラシにて清掃<br>トイレットペーパーの補充<br>水洗トイレの作動チェック<br>各種温度計の記録<br>利用者カウンターのチェック |
| 作業性 | 現地の水道設備が利用できなかったため、補給水を自ら運搬しなければならなかった。また、便器の清掃は洗剤を使用せずに行ったため、状況により汚れを落とす手間がかかった。<br>降雨の際は周囲の地盤が泥濘になり、利用客の靴に付いた泥でトイレ室内が汚れるため、その清掃に手間取った。<br>いずれも一般の公衆トイレの日常管理で起こることで、その他に問題はなかった。 |

### 6－2－2 定期点検

定期点検は、特定非営利活動法人グラウンドワーク三島職員が試料採水時に各機器の動作に異常がないか目視にて確認した。実施日、実施者、作業人数・時間、内容、および作業性を表 6-5 に示す。

表 6-5 定期点検結果

| | 実証試験結果 | | |
|---|---|---|---|
| 実施日 | 第１回 | 平成 18 年 9 月 11 日(月) | 人数：２人　所要時間 10:30～12:30 |
| | 第２回 | 平成 18 年 9 月 19 日(火) | 人数：２人　所要時間 10:30～12:30 |
| | 第３回 | 平成 18 年 9 月 25 日(月) | 人数：２人　所要時間 10:30～12:30 |
| | 第４回 | 平成 18 年 10 月 2 日(月) | 人数：２人　所要時間 10:30～12:30 |
| | 第５回 | 平成 18 年 10 月 16 日(月) | 人数：２人　所要時間 10:30～12:30 |
| | 第６回 | 平成 18 年 11 月 20 日(月) | 人数：２人　所要時間 10:30～12:30 |
| | 第７回 | 平成 18 年 12 月 4 日(月) | 人数：２人　所要時間 10:30～12:30 |
| | 第８回 | 平成 18 年 12 月 18 日(月) | 人数：２人　所要時間 10:30～12:30 |
| | 第９回 | 平成 19 年 1 月 15 日(月) | 人数：２人　所要時間 10:30～12:30 |
| | 第 10 回 | 平成 19 年 2 月 5 日(月) | 人数：２人　所要時間 10:30～12:30 |
| | 第 11 回 | 平成 19 年 2 月 21 日(水) | 人数：２人　所要時間 10:30～12:30 |
| | 第 12 回 | 平成 19 年 3 月 19 日(月) | 人数：２人　所要時間 10:30～12:30 |
| | 第 13 回 | 平成 19 年 4 月 16 日(月) | 人数：２人　所要時間 10:30～12:30 |
| | 第 14 回 | 平成 19 年 5 月 7 日(月) | 人数：２人　所要時間 10:30～12:30 |
| | 第 15 回 | 平成 19 年 5 月 21 日(月) | 人数：２人　所要時間 10:30～12:30 |
| | 第 16 回 | 平成 19 年 6 月 18 日(月) | 人数：２人　所要時間 10:30～12:30 |
| 実施者 | 組織名　特定非営利活動法人グラウンドワーク三島<br>担当者　海野、村上、藤井 | | |
| 作業人数 | 平均　２人 | | |
| 作業時間 | 平均　２時間（試料採水作業を含む） | | |
| 作業内容 | 便器の汚れ、破損等の確認、流水状況の確認<br>トイレ設備の作動状況の確認<br>汚水槽内の揚水ポンプの作動状況<br>貯水槽の水位・色・臭気の確認<br>送水ポンプの作動状況の確認<br>送水ポンプの電気設備の点検<br>気温、水温の測定<br>その他、装置全体の稼働状況の確認<br>試験サンプルの採取 | | |
| 作業性 | 嫌気・曝気槽内の採水箇所が水の出にくい箇所になっていたため、採水を完了するまでに時間がかかった。<br>作業手順は、本実証装置を 1 周するように効率よく整えられていたので、順調に行え、特に難しいものはなかった。 | | |

## 6－2－3 開山・閉山対応

通年利用であるため、本試験では特に対応は必要なかったが、参考までに標準的な開山と閉山時の対応を表 6-6 に示す。

表 6-6 開山・閉山時の対応

| | 開山対応 | 閉山対応 |
|---|---|---|
| 作業人数 | ５人 | ５人 |
| 作業時間 | ３日間 | ３日間 |
| 作業内容 | 冬期間の養生撤去<br>・散在した資材の回収<br>発電機の復旧<br>トイレ棟の清掃作業<br>水中ポンプの調整<br>配管の寸法の確認<br>循環水の注入<br>試運転 | 冬期間の外壁の養生設置<br>・シートをかける<br>・ガラス面の保護<br>発電機の停止<br>トイレ棟の清掃作業<br>循環水の水抜き<br>・タンクにストックする<br>・バルブの開放<br>・反応槽の乾燥化 |
| 作業性 | 山頂などでは、風が強く、屋根が破損して、修理が必要になることもある。 | 耐寒・強風対策のため、十分な外壁の補強作業が必要になる。<br>循環水の水抜きの方法など、設置条件により対応が分かれる。 |

## 6－2－4 発生物の搬出および処理・処分

試験期間中に汚泥等の蓄積は認められなかったため、搬出および処理・処分は実施していない。

### 6－2－5 トラブル対応

試験期間中のトラブルとしては、①トイレ・アクセス路脇の斜面崩壊、②ロータンクにトイレットペーパーがロールごと投入されたことによる洗浄水の流失、③反応槽（杉チップ槽）からの水漏れ、④アンモニア臭の発生があった。以下にトラブル内容及び対応結果を表 6-7 に示す。

表 6-7 トラブル内容と対応の結果

| ①トイレ・アクセス路脇の斜面崩壊 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 日時 | 発生状況 | 処置 | 対応者･時間 | 考察 |
| 9 月 17 日 | トイレに通じる通路のある斜面が崩落した。このため、滝からトイレへの直接のアプローチが不可能になり、トイレ利用者が著しく減少し、実証試験としてのデータの確保が難しくなった。 | 仮設橋を建設し、崩落箇所を迂回する通路を作る。 | 富士宮市<br>（工期：1 月） | 自然災害であり、装置に起因するトラブルではない。 |
| 11 月 21 日 | 仮設橋が完成し、迂回路の案内板を設置することで、利用者の確保に努めた。 | 迂回路の完成にあわせて、トイレに誘導するための案内板を設置した。 | 富士宮市観光協会 | 監督官庁が重複し工事の手順・内容に制限が多く、応急処置にも時間を要した。 |

| ②ロータンクへのトイレットペーパーの投入による洗浄水の流失 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 日時 | 発生状況 | 処置 | 対応者･時間 | 考察 |
| 10 月 14 日 | ロータンクから循環水が流れ続けていた。タンク内にトイレットペーパーがロールのまま投げ込まれ、コックがしまらない状態になっていた。 | トイレットペーパーの除去と清掃。<br>作業時間：<br>１人×３０分 | 富士宮市観光協会<br>作業時間：<br>１人×３０分 | トイレットペーパーの投入はいたずらによるものであり、装置の欠陥によるものではない。 |

| ③反応槽（杉チップ槽）からの水漏れ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 日時 | 発生状況 | 処置 | 対応者･時間 | 考察 |
| 12 月 22 日 | 日常点検の際に、反応槽の杉チップから循環水が本来の流下方向とは違って横方向に漏れ出していることが判明した。 | | 富士宮市観光協会 | |
| 12 月 25 日 | 調査の結果、12 月 4 日の定期点検時に杉チップのサンプルを採取した際に、反応槽の中心部まで掘り進めたが、埋め戻しが不十分であったため、水道が出来たためと考えられた。 | トイレの利用を一時停止し、杉チップを充填し、杉チップ間に生じていた隙間を埋めて、水道をふさいだ。<br><br>作業時間：<br>1 人×5 時間<br>（原因把握を含む） | メーカー<br>（東陽綱業）<br><br>作業時間：<br>1 人×5 時間<br>（原因把握を含む） | 通常は杉チップを掘り出すことはなく、チップの充填はチップ層の最上部から補給することになっている。<br>実験目的のチップ採取によるトラブルであり、通常は起こりえないトラブルである。 |

| ④アンモニア臭の発生 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 日時 | 発生状況 | 処置 | 対応者･時間 | 考察 |
| 4 月 28 日 | 集中試験開始に当たって、処理能力 100 人以上の利用を目指してトイレ利用客の誘導を開始した。 | | ＧW三島<br><br>作業時間<br>3 人/日（誘導） | |
| 4 月 30 日 | 循環水にアンモニア臭が感じられた（前２日間のトイレ利用者 508 人）。 | 利用者が多くなり、トイレの存在も周知されたと考え、積極的な利用誘導は中止した。 | | アンモニア臭が発生した原因は、処理能力を大幅に超えるトイレ利用があったため、アンモニア態窒素の硝化が進まなかったためと考えられる。 |
| 5 月 1 日 | 処理能力を大きく超える利用回数のため、貯水槽水位が上昇し、オーバーフローの恐れが出た。<br>アンモニア臭が続いた。 | オーバーフローの恐れに対処するため、循環水 100L を汲み取り保存した。 | ＧW三島<br><br>作業時間<br>3 人×15 分 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 月 5 日 | 引き続き利用者が多く、貯水槽からオーバーフローする恐れが続いた。<br>アンモニア臭が続いた。 | 循環水 100L をポリタンクに汲み取り保存した。 | ＧW三島<br><br>作業時間：<br>2 人×15 分 | |
| 6 月 4 日 | アンモニア臭が収まらない。 | アンモニア臭に対して観光組合から苦情が寄せられたため、緊急処置として循環水の約 60%を入れ替えた。<br>循環水約 600L の内、400L を汲み取り保存、河川水 300L を給水<br>（給排水後の循環水 500L の内、河川水が 300L） | ＧW三島<br><br>作業時間：<br>4 人×2 時間 | 処理能力に応じた利用を図ることが求められるが、これを超える利用がなされた場合、水の入れ替えで一定の対応が可能であることがわかった。 |
| 6 月 11 日 | アンモニア臭が消えた。 | 循環水の臭い・色は通常の状態に戻った。 | | |

注：集中試験を控えた 4 月 24 日には、事前準備として杉チップ５袋（100L、厚さ約 10㎝）を投入した

## 6－2－6 維持管理マニュアルの信頼性

維持管理マニュアルを評価してもらうために、維持管理を実施した富士宮市観光協会、定期点検を実施した特定非営利活動法人グラウンドワーク三島の担当者にそれぞれアンケートを実施した。表6-8にその結果を示す。

表6-8 維持管理マニュアルの信頼性アンケート結果

| 項目 | 実証結果 | |
| --- | --- | --- |
| | 日常維持管理 | 専門維持管理 |
| 読みやすさ | ① とてもよい<br>② よい<br>③ ふつう<br>④ あまりよくない<br>⑤ よくない<br>⑥ その他（　　　　　） | ① とてもよい<br>② よい<br>③ ふつう<br>④ あまりよくない<br>⑤ よくない<br>⑥ その他（　　　　　） |
| 理解しやすさ | ① とてもよい<br>② よい<br>③ ふつう<br>④ あまりよくない<br>⑤ よくない<br>⑥ その他（　　　　　） | ① とてもよい<br>② よい<br>③ ふつう<br>④ あまりよくない<br>⑤ よくない<br>⑥ その他（　　　　　） |
| 正確性 | ① とてもよい<br>② よい<br>③ ふつう<br>④ あまりよくない<br>⑤ よくない<br>⑥ その他（　　　　　） | ① とてもよい<br>② よい<br>③ ふつう<br>④ あまりよくない<br>⑤ よくない<br>⑥ その他（　　　　　） |
| 情報量 | ① とても多い<br>② 多い<br>③ 適当<br>④ 少ない<br>⑤ とても少ない | ① とても多い<br>② 多い<br>③ 適当<br>④ 少ない<br>⑤ とても少ない |
| 信頼性 | 維持管理方法については竣工時に、メーカー担当者より、直接説明を受けた。（メンテナンス作業については単純であり、複雑な点はない。説明よりも、むしろ実地で作業を見たほうが理解しやすい。） | 維持管理マニュアルにも各装置の簡単な構造図があればわかりやすい。 |

## 6−2−7 維持管理性能のまとめ

以下に維持管理性能のまとめを示す。

〈維持管理および定期点検〉

日常的な維持管理については、特に問題はなかった。

定期点検についても特に問題はないと思われるが、2人で連携して行う方が作業性は良い。

〈汚泥等の搬出〉

汚泥等の搬出作業は必要なかったが、利用者が多く汚水量が蒸発量を上回った場合に処理水を外部に搬出する必要が生じた。これについては、し尿処理施設への受け入れなどの事前確認が必要である。

〈トラブル対応〉

ロータンク内にトイレットペーパーがロールごと3個投入されるという悪戯があった。悪戯防止の貼り紙をつけるなど注意を喚起する対策が必要であろう。

試験の目的の1つとして、微生物等の杉チップへの付着物の分析を行ったが、杉チップの採取にあたり十分な現状復帰を行わなかったための機械停止があった。通常の運転時には杉チップの採取は必要がないため、通常利用の場合にはこのようなトラブルが起こるとは考えられない。

装置に関連するトラブルとして、過剰利用によるアンモニア臭の発生が見られた。処理能力に応じた利用を図ることが求められるが、これを超える利用がなされた場合、水の入れ替えで一定の対応が可能であることがわかった。

〈マニュアルの信頼性〉

読みやすさ、理解しやすさ、正確性、情報量ともに「よい」「適当」との評価であった。

日常の維持管理は、作業が単純であり複雑な作業がないため、マニュアルよりも現場指導が効果的であると確認された。

マニュアルに施設の概要、正常・異常等の判断基準、トラブルの対処方法、簡易水質測定の方法等も記載してあれば、作業内容の一部を専門家から日常維持管理者に移行でき、作業の効率化を図ることができるという指摘があり、専門管理の削減･日常管理への移管に向けて、装置の全体的仕組みの解説を加えたマニュアルの改訂が求められる。

## 6−3 室内環境

### 6−3−1 室温・湿度

本装置の処理性能は杉チップからの蒸発量が処理性能に影響するため、室温及び湿度を測定した。

室温は、実証装置の屋内に最高・最低温度計と湿度計を設置して毎日 9 時頃に計測・記録した。月別の室温と湿度の最高・最低・平均を表 6-9 に示し、毎日の室温の最高・最低のグラフを図 6-5、毎日の湿度を図 6-6 に示す。

計測期間の平成 18 年 9 月 16 日〜6 月 20 日（278 日間：9/11〜9/15 は欠測のため実証し期間とは異なる）における最高室温は 9 月 23 日、9 月 24 日の 23℃、最低室温は 2 月 3 日の 0℃、平均室温は約 11.3℃で、氷点下になることはなかった。また屋外気温と比較すると、若干温度が高い程度であった。

湿度に関しては、気象条件の影響を受けやすく、また設置場所が白糸の滝に隣接していることから、比較的高い値を示している。なお、屋内に結露が生じることは無かった。

表 6-9 試験期間中の月別室温・湿度

| | 9 月 | | 10 月 | | 11 月 | | 12 月 | | 1 月 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 室温（℃） | 湿度（%） | 室温（℃） | 湿度（%） | 室温（℃） | 湿度（%） | 室温（℃） | 湿度（%） | 室温（℃） | 湿度（%） |
| 最高 | 23 | 90 | 19 | 90 | 16 | 90 | 13 | 90 | 9 | 100 |
| 最低 | 15 | 58 | 12 | 58 | 3 | 37 | 1 | 35 | 2 | 33 |
| 平均 | 18.6 | 74.2 | 15.7 | 78.6 | 11.2 | 72.7 | 6.8 | 75.4 | 5.2 | 67.6 |

| | 2 月 | | 3 月 | | 4 月 | | 5 月 | | 6 月 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 室温（℃） | 湿度（%） | 室温（℃） | 湿度（%） | 室温（℃） | 湿度（%） | 室温（℃） | 湿度（%） | 室温（℃） | 湿度（%） |
| 最高 | 13 | 100 | 16 | 99 | 19 | 100 | 20 | 100 | 21 | 100 |
| 最低 | 0 | 28 | 1 | 23 | 5 | 23 | 10 | 40 | 13 | 55 |
| 平均 | 6.6 | 61.5 | 8.8 | 55.9 | 12.3 | 68.7 | 15.8 | 75.3 | 17.1 | 85.5 |

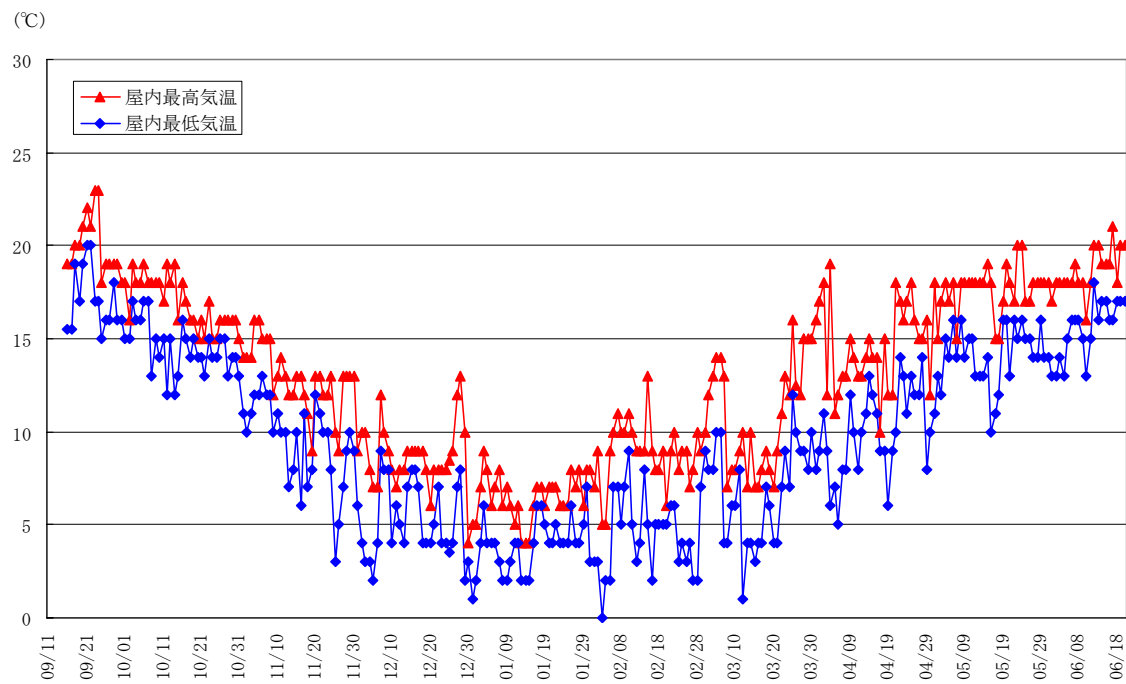



図 6-5 室内温度グラフ

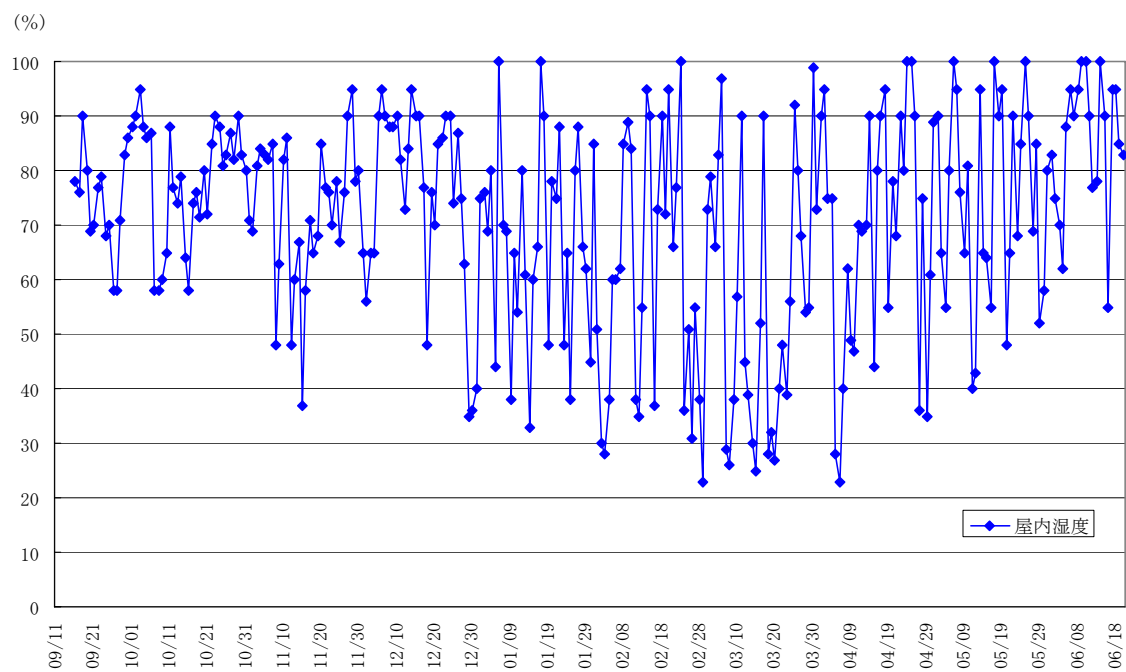



図 6-6 湿度グラフ

## 6−3−2 浮遊菌分析結果

トイレブース内の衛生状態を調査するために、以下のような大腸菌を中心とした細菌の浮遊状況を分析した。

① 測定場所

① バイオトイレ使用前・上
② バイオトイレ使用前・下
③ バイオトイレ使用後・上
④ バイオトイレ使用後・下
⑤ バイオトイレ周辺外気

② 測定方法

① 浮遊菌測定機器：M Air T ミリポア・エア・テスター(ミリポア社製)
② 培地：クロモカルトコリフォーム寒天培地(メルク社製)
③ 空気捕集量：計 2,500～3,000 L
④ 培養条件：36℃・24 時間

③ 結果

クロモカルトコリフォーム寒天培地で生育した赤色コロニーを大腸菌群(大腸菌を含まない)、青色コロニーを大腸菌、その他に形成された白色コロニーをその他細菌と表示した。

ただし、これらの培地は大腸菌・大腸菌群以外の細菌も生育するものの、大腸菌・大腸菌群の選択培地であり、上水･下水･食品･医薬品･環境測定などの公定法で定められた一般細菌の培地ではないので、その他の細菌については参考値である。

表 6-10 浮遊菌測定結果

| | 大腸菌数 (CFU/m³) | 大腸菌群数 (CFU/m³) | その他の細菌＊ (CFU/m³) |
|---|---|---|---|
| ①バイオトイレ使用前・上 | 0.0 | 0.4 | 0.8 |
| ②バイオトイレ使用前・下 | 0.0 | 0.4 | 0.4 |
| ③バイオトイレ使用後・上 | 0.0 | 0.8 | 37.6 |
| ④バイオトイレ使用後・下 | 1.2 | 1.2 | 82.0 |
| ⑤（参考）バイオトイレ周辺外気 | 0.0 | 0.3 | 0.0 |

注：その他の細菌は参考値

注：CFU はコロニー・フォーミング・ユニット

④ 評価

大腸菌の浮遊量の評価については基準が見当たらないが、細菌についてはNASAやWHOによる規格がある。

これによれば、トイレ使用後の便器直上の値82.0は、NASAの規格ではクラス100,000に当たり、食品工業の規格に該当する数値であり、周辺に樹木が多い清浄な環境であることもあって、低い値になっている。

表6-11 バイオクリーンルームについてのNASAの規格

| NASAの規格（微生物粒子） | | 参考：WHOの規格（浮遊菌） | |
|---|---|---|---|
| クラス | 浮遊量 (CFU/$m^3$) | グレード | 浮遊量 (CFU/$m^3$) |
| 100 | 3.5 | A | 1＞ |
| 10,000 | 17.6 | B | 5 |
| 100,000 | 88.4 | C | 100 |
| | | D | 500 |

（参考）業種別クリーン度

| 業種 | 内容（例） | 工程 | クラス | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $1\times10^{2}$ | $1\times10^{3}$ | $1\times10^{4}$ | $1\times10^{5}$ |
| 製パン、製菓、製麺 | 食パン、カステラ、和菓子、 | 冷凍・包装 | | | ○ | ○ |
| | ゆで麺、インスタントラーメン | 製造 | | ○ | ○ | |
| 食肉・魚肉加工 | ハム、ソーセージ、かまぼこ | 冷凍・包装 | | ○ | ○ | |
| | 冷凍パック | 加工 | | | ○ | ○ |
| 調理、惣菜 | 豆腐、納豆 | 冷凍・包装 | | ○ | ○ | |
| | 煮物、弁当 | 加工 | | | ○ | ○ |
| 液状・ペースト状食品 | ジャム、クリーム、 | 充填･包装 | | ○ | ○ | |
| | チョコレートシップ、ゼリー | 加工・製造 | | | ○ | ○ |
| 醸造業 | みそ、しょうゆ | 充填･包装 | | ○ | ○ | |
| | 酒、ビール | 仕込み | | | ○ | ○ |
| 乳製品 | 牛乳、プリン、アイスクリーム | 充填･包装 | ○ | ○ | | |
| | チーズ、バター | 仕込み | | ○ | ○ | |

トイレ上

トイレ下

図 6-7 吸引機設置状況

### 6－3－3 利用者の評価

利用者にアンケートを実施し、室内環境の快適性・装置の操作性に関する満足度の評価を行った。その概要と結果は以下のとおりである。

■ 調査実施日：全２回（１回目：平成18年11月25日、２回目：平成18年11月26日）
■ 調査者：特定非営利活動法人グラウンドワーク三島
■ 回答者数：142人（男性81人、女性61人）

表6-12 アンケート回答者の属性

| | 10代 | 20代 | 30代 | 40代 | 50代 | 60代以上 | 計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 計 | 6 | 13 | 33 | 15 | 33 | 42 | 142 |
| 女性 | 3 | 8 | 13 | 5 | 13 | 19 | 61 |
| 男性 | 3 | 5 | 20 | 10 | 20 | 23 | 81 |

１．バイオトイレの外観は、山岳地の自然環境に適して見えましたか？

| ① 適している | ② 気にならない | ③ 適さない | 計 |
|---|---|---|---|
| 97（68.3%） | 44（31.0%） | 1（0.7%） | 142 |

２．バイオトイレ室内のにおいはどうでしたか？

| ① 臭わない | ② 臭うが気にならない | ③ どちらともいえない | ④ 不快である | 計 |
|---|---|---|---|---|
| 112（78.9%） | 21（14.8%） | 8（5.6%） | 1（0.7%） | 142 |

３．バイオトイレ室内の明るさはどうでしたか？

| ① 明るい | ② どちらともいえない | ③ 暗い | 計 |
|---|---|---|---|
| 95（66.9%） | 45（31.7%） | 2（1.4%） | 142 |

４．バイオトイレのポンプ等の機械の作動音は山岳地の自然環境でどうですか？

| ① 気にならない | ② どちらともいえない | ③ 落ち着かない | 計 |
|---|---|---|---|
| 113（79.6%） | 22（15.5%） | 7（4.9%） | 142 |

５．循環洗浄水の色についてはどうでしたか？

| ① 気にならない | ② どちらともいえない | ③ 気になる | 計 |
|---|---|---|---|
| 78（54.9%） | 28（19.7%） | 36（25.4%） | 142 |

６．バイオトイレのレバーの操作など使いやすかったですか？

| ① 簡単に使えた | ② 普通に使えた | ③ 使い方がわかりにくかった | 計 |
|---|---|---|---|
| 87（61.7%） | 53（37.6%） | 1（0.7%） | 141 |

## 6－3－4 室内環境のまとめ

以下に、室内環境のまとめを示す。

＜室温・湿度＞

人の快適な温湿度帯は、一般的に 18～25℃、40～60%といわれている。本試験装置は、外気温の影響を受けやすいものの、木陰に設置されているため太陽光による影響を受けにくかった。

室内の最高温度は 23℃、最低温度は 0℃、平均温度は 11.3℃と若干低いものの、温度の低い冬季の利用者はほとんどが外出用の服装をしているため、室内温湿度に関しては特に問題ないと思われる。利用者からも室温・湿度に関する苦情は出ていない。

＜衛生性＞

トイレブース内の細菌の浮遊量は少ない。

ただし、トイレの洗浄水として用いている循環水中には大腸菌群数が多い場合があり、衛生性を十全にするためには、オゾン等による消毒が求められる。オゾンの注入によって細菌を除去する効果が期待できることが明らかになった。

＜利用者アンケート＞

利用者へのアンケートの結果は、外見について許容範囲内と回答した人は約 99%、臭いについて許容範囲内と回答した人は約 94%、室内の明るさを許容範囲内と回答した人は 99%、機械の作動音について許容範囲内と回答した人は約 95%、循環洗浄水の色の状態を許容範囲内と回答した人は 75%、レバー操作などの使い勝手について許容範囲内と回答した人は約 99%であった。

洗浄水の色が杉チップの色素で茶色いことが、一般の水洗トイレと大きく異なる点であり、評価がやや低かった。ただし、室内に洗浄水の色についての説明板を掲示してあることから、特に問題にする人はいなかった。

## 6－4 周辺環境への影響

### 6－4－1 土地改変状況

工事資料をもとにトイレ整備にともなう土地改変の程度を表6-13に示す。

表6-13 土地改変状況

| 実証項目 | 結果 |
|---|---|
| 設置面積 | 建屋部分　6.06㎡（W=3,030mm d=2,000mm） |
| 地形変更 | 建屋部分の地山を掘削・整地 |
| 伐採 | なし |

土地改変前

土地改変後

図6-8 土地改変状況

## 6－4－2 周辺大気への影響

### （１）試料採取場所

アンモニアガス試料の採取場所を屋内と処理装置から風上に５ｍの２地点とした。２地点の位置関係は図6-9のようになる。

屋外での採取状況（5m風上）

採取装置　　① 屋内の採取　　② 屋外の採取（処理室から５m風上）

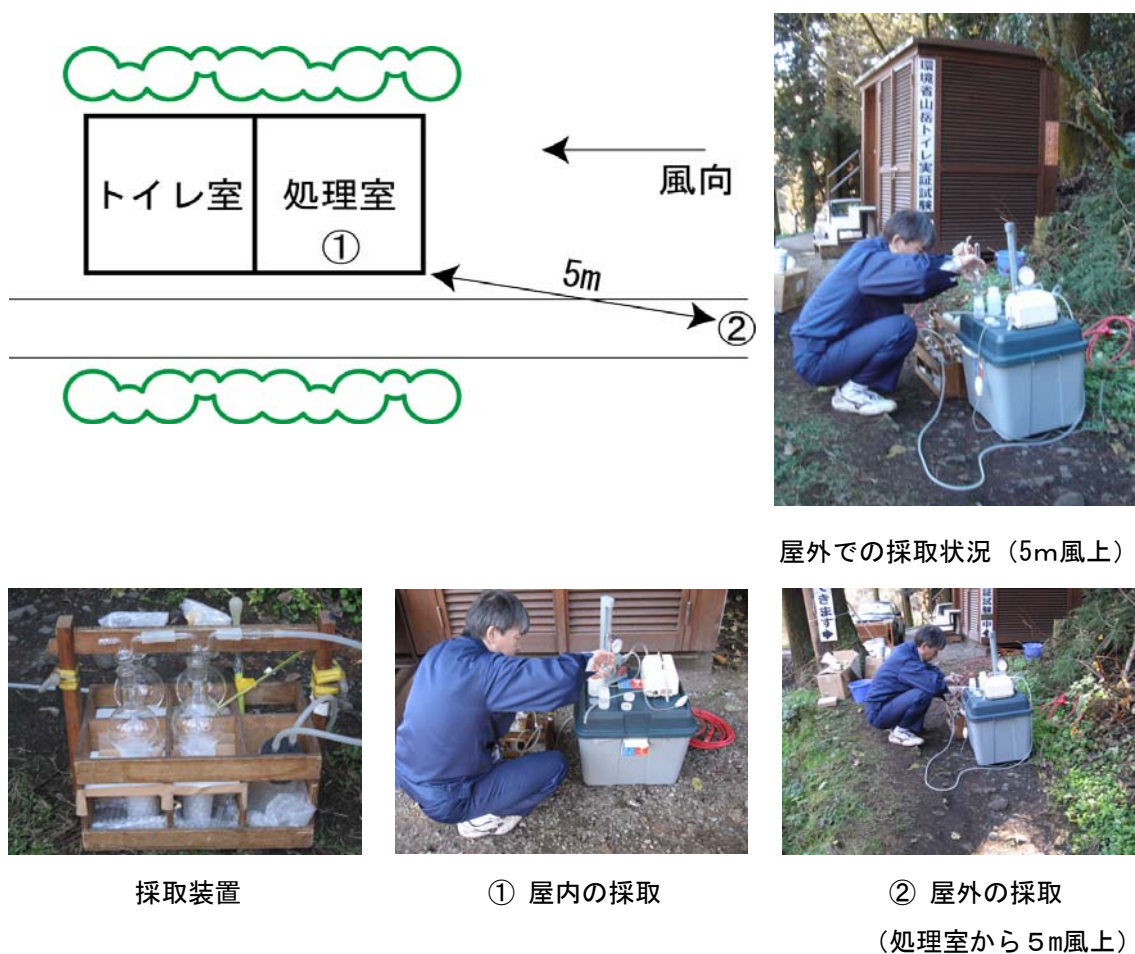



図6-9 アンモニアガス試料の採取場所

### （２）測定方法

試料採取は、JIS K 0099の吸収瓶法（100mLボールフィルタ ２個連結）によって採取した。

屋内は、反応槽上面の空気を、点検扉を閉じた状態で20L（吸引ポンプ2L/min×10min）採取した。また屋外は、トイレから５ｍ風上の大気を同じく20L採取した。いずれの採取時においても、風は殆ど無かった。

分析は、同じく JIS K 0099 のイオンクロマトグラフ法によった。同法は、試料ガス中のアンモニアをほう酸溶液に吸収させた後、イオンクロマトグラフに導入し、アンモニウムイオンのクロマトグラムを得た。

### （３）試料採取結果

屋内と処理装置から風上に５ｍ離れた屋外とのアンモニアガスの検出分析結果の比較は、表6-14の通りである。分析結果の通り、屋外と屋内のアンモニアガスの検出量に大きな差異がなかった。

屋内のアンモニアガスの検出量は､処理室から風上側に５ｍの地点で計測した値と同じであり、自然界の濃度とほぼ同じと判断できることから、屋内のアンモニアガスの発生は極めて少なく、周辺大気への影響はないものと考えられる。

表6-14 アンモニアガス試料の検出分析結果

| 対象 | 測定項目 | | 単位 | 分析結果 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|
| 処理室 | アンモニアガス | 屋内 | ppm | 0.2 | |
| 屋外 | アンモニアガス | 屋外 | ppm | 0.2 | 処理室から５m風上 |

ただし別記するように、ゴールデンウィークに処理能力を大幅に上回るトイレの利用をみたためにアンモニア臭が発生し、これがしばらく収まらない事態が発生した。これに対しては循環水を入れ替える（全体の60%）ことで収集することが出来たが、処理能力を大きく上回るような過剰な利用が行われた場合には、アンモニア臭が発生することが起こりうる。

## 6−4−3 周辺環境への影響のまとめ

以下に、周辺環境への影響についてまとめる。

<土地改変>

本実証装置は、トイレ室と処理室が一体となったもので、大きなスペースは必要としない。今回の設置場所は、もともと土産茶屋用の車両の駐車場として利用されていた用地の一部であり、植生等への影響はほとんど無かった。

<周辺大気>

周辺大気への影響については、悪臭の原因となるアンモニアについて分析した。アンモニアガスの含有量は自然界のものと同等と考えられ、周囲への影響は非常に少ないものと考えられる。

ただし、処理能力を大幅に上回るような過剰な利用がなされた場合には、アンモニア臭が発生し、収まらない事態が起こりうる。本試験では循環水を入れ替えることで事態の収拾ができたが、処理能力の範囲内での利用が必要である。

# 6－5 処理性能

## 6－5－1 試料分析結果

### （１）現地測定項目の分析結果

#### １） 屋内温度及び水温

嫌気･曝気槽及び反応槽が収納されている屋内の温度は､最高室温は9月23･24日の23℃、最低室温は2月3日の0℃であり、全期間の平均気温は11.3℃である。室温が氷点下になることはなかったものの、12月の平均室温が6.8℃、１月は5.2℃、２月は6.6℃であったことから、微生物が活動する条件としてはやや厳しい条件下であったといえる。

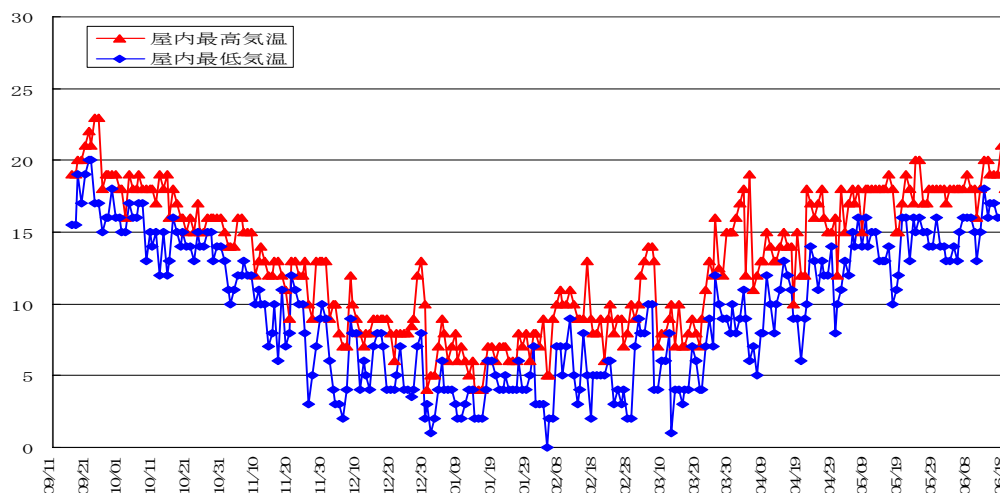



図 6-10 屋内最高気温･最低気温

屋外と屋内の気温は、処理室の扉等が通気性の良いガラリ構造となっているため大きな差はなく、平均で約0.3℃屋内が高い程度である。

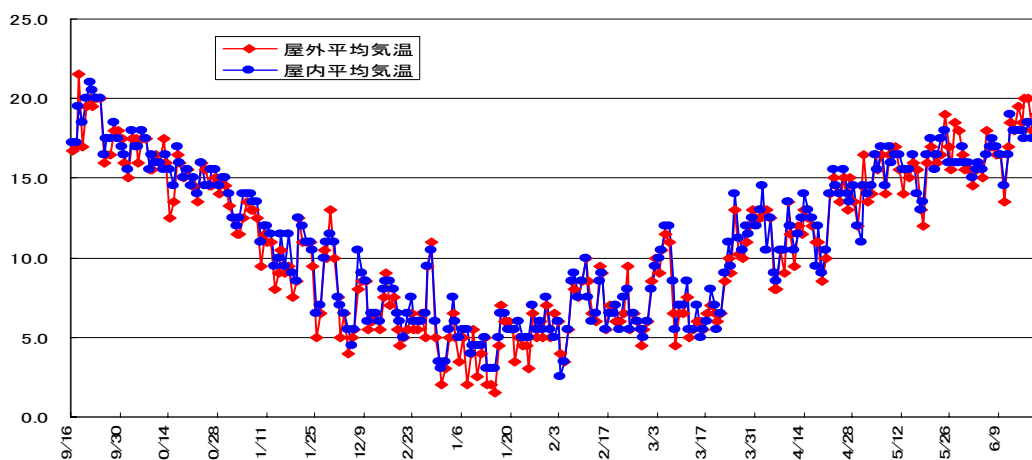



図 6-11 屋内外の平均気温

## 2） 循環水の水温及びチップ温度

計測日によりばらつきがあるものの、全期間の平均値でみると、循環水の水温は 12.6℃、屋内の気温は 11.3℃、反応槽内の温度は 11.2℃であり、チップの温度は水温よりも低く、屋内気温と大差なかった。

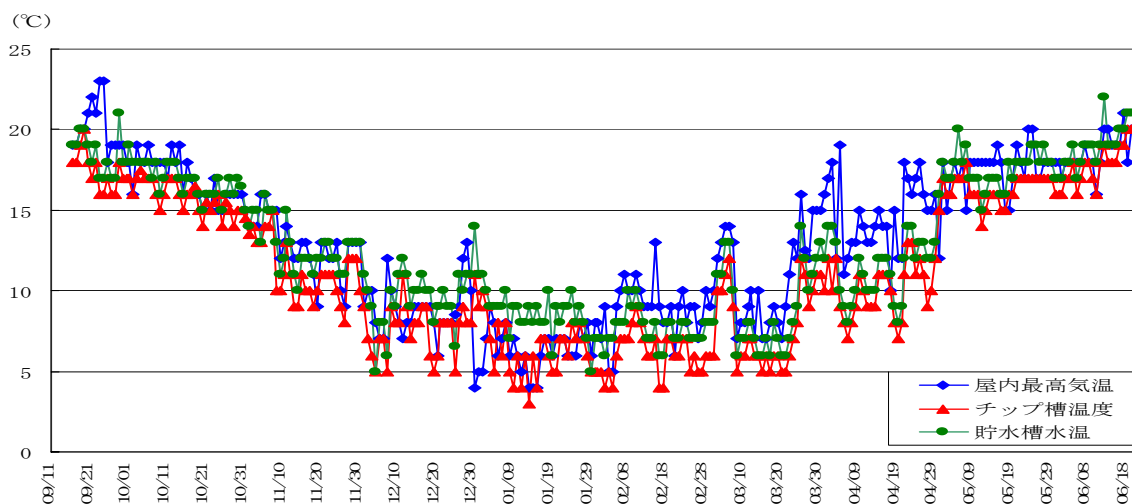



図 6-12 貯水槽水位と屋内湿度・利用回数

## 3） 貯水槽水位

全期間の平均湿度は 71%であり、白糸の滝に隣接しているため、全体に高い値を示している。貯水槽水位は利用者数とも関係しているため、湿度との関係は低い。

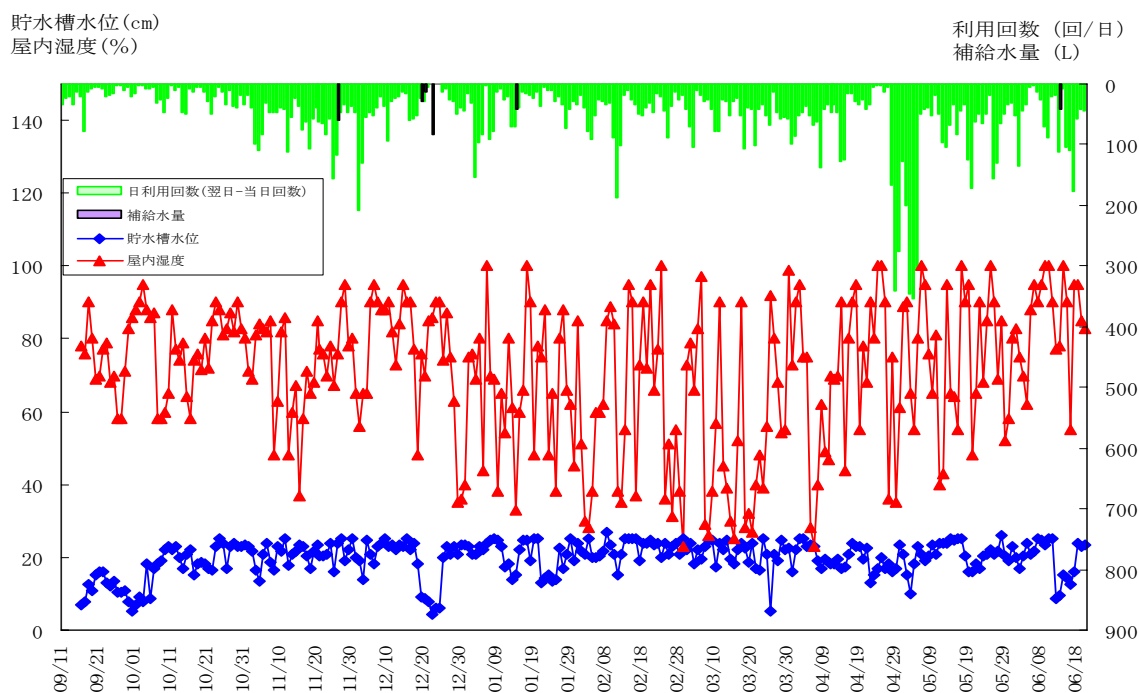



図 6-13 貯水槽水位と屋内湿度・利用回数

### （2）採取試料の水質分析結果

本試験における分析用の採取試料は、循環水と杉チップである。

循環水（水質）は、前段の処理工程である第２嫌気･曝気槽と、反応槽を通過した貯水槽から採水し、低温保存のうえ分析機関に運び分析した。

杉チップ（付着物）のうち使用前のチップは、現地に保管されている補給用の予備チップを採取した。使用中のチップは、反応槽中央部から採取し、それぞれ密閉容器に低温保存し、分析機関で分析した。

試料採取日と分析項目は、**表 6-15** に示すように全 16 回 24 項目である。なお第 10 回目の分析は、試験計画では予定していなかったが、技術実証委員会の助言により、ケルダール窒素と ATU-BOD を測定するために追加して行ったものである。また 11 回以降は分析項目を減らし、水質の採取場所についても貯水槽のみとした。

表 6-15 水質等分析項目一覧

| 回　数 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 採水月 | | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 11 | 12 | 12 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 |
| 採水日 | | 11 | 19 | 25 | 2 | 16 | 20 | 4 | 18 | 15 | 05 | 21 | 19 | 16 | 7 | 11 | 18 |
| 水素イオン濃度指数 pH | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | – | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 浮遊物質 SS | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | – | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 化学的酸素要求量 COD | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 生物化学的酸素要求量 BOD | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 大腸菌群数 | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | – | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 全窒素 T-N | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 全リン T-P | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | – | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 電気伝導度 EC | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | – | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 蒸発残留物 | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | – | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 強熱減量 | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | – | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 塩化物イオン $Cl^-$ | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | – | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 有機体炭素 TOC | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | – | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| アンモニア性窒素 $NH_4$-N | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 亜硝酸性窒素 $NO_2$-N | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 硝酸性窒素 $NO_3$-N | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 色度 | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | – | - | - | - | ○ | ○ | ○ |
| 好気耐熱芽胞菌 | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | – | – | – | – | – | – | |
| 大腸菌 | | – | – | – | – | – | – | ◎ | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| ケルダール窒素 Kj-N | | – | – | – | – | – | – | – | – | – | ◎ | – | – | – | – | – | |
| ATU-BOD | | – | – | – | – | – | – | – | – | – | ◎ | – | – | – | – | – | |
| 好気耐熱芽胞菌＊ | | – | – | – | – | – | – | ◎ | – | – | | – | – | – | – | – | |
| 電子顕微鏡写真 sem＊ | | – | – | – | – | – | – | ◎ | – | – | | – | – | – | – | – | |
| 有機性浮遊物質 vss＊ | | – | – | – | – | – | – | ◎ | – | – | | – | – | – | – | – | |
| アンモニアガス | 屋内 | – | – | – | – | – | – | ○ | – | – | – | – | – | – | – | | |
| | 屋外 | – | – | – | – | – | – | ○ | – | – | – | – | – | – | – | | |

注１：◎は貯水槽と第２嫌気・曝気槽の 2 箇所から、○は貯水槽のみの 1 箇所から採水

注２：＊は杉チップ：未使用の杉チップと使用中の杉チップの２サンプル

１） pH（水素イオン濃度指数）

水素イオン濃度指数は、試験期間の前半は安定せず、最低 pH4.2、最大 pH8.3 の変動を示したが、11 月以降は安定し pH7.0～7.3 の範囲に納まっていた。しかしゴールデンウィークの集中試験に際し利用者の誘導を行ったことから負荷が増え pH が高まった。

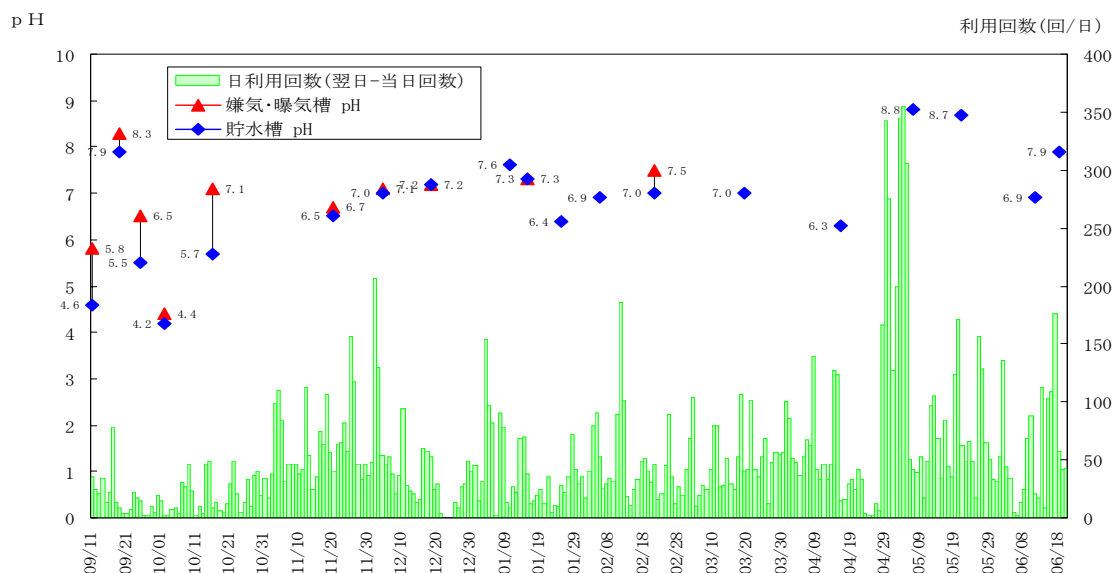



図 6-14 pH の推移

２） SS（浮遊物質）

SS は計測日によりばらつきがみられる。貯水槽の SS は、ゴールデンウィーク前は最小で 1mg/L、最大で 49mg/L であったが、ゴールデンウィーク後に急増し 220 mg/L に達した。

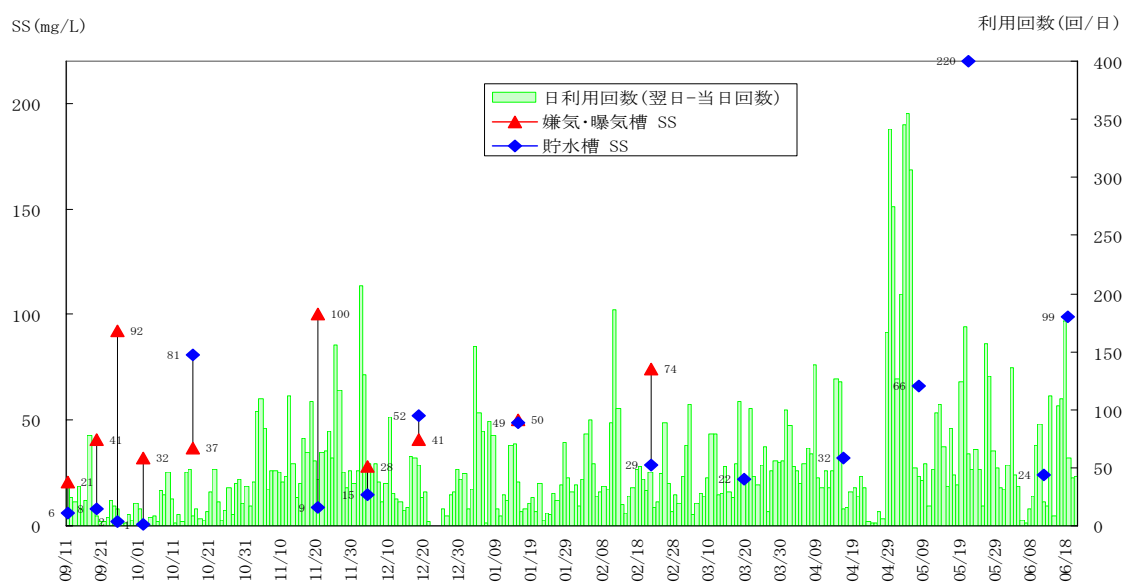



図 6-15 SS の推移

## ３） COD

COD はバラツキがあるものの漸増傾向にあるが、増加傾向は落ち着いてきているといえる。ゴールデンウィーク後の減少は循環水の入れ替えによる影響と思われる。

嫌気･曝気槽と貯水槽の観測結果で差が見られるのは、反応槽でもかなり浄化されていることを示している（次の BOD も同様）。

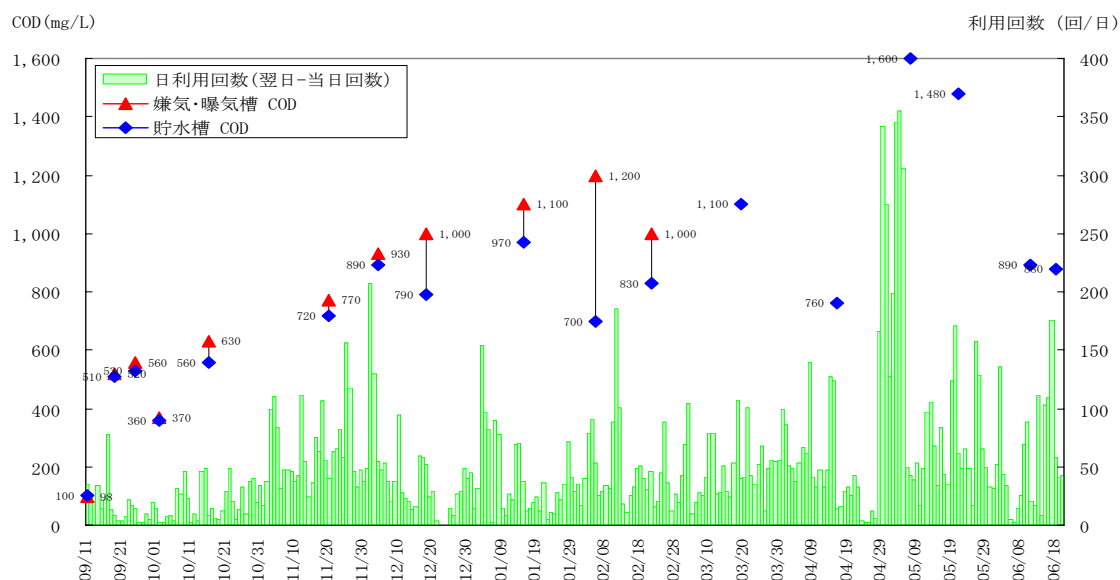



図 6-16 COD の推移

## ４） BOD

BOD は供用開始後の試験期間の前半においては増加傾向を示したが、その後は一時的に 880mg/L を示したものの、600mg/L 程度で安定化しつつあった。ただし利用者が急増したゴールデンウィークに再び増加した。その後の減少の原因は COD と同様である。

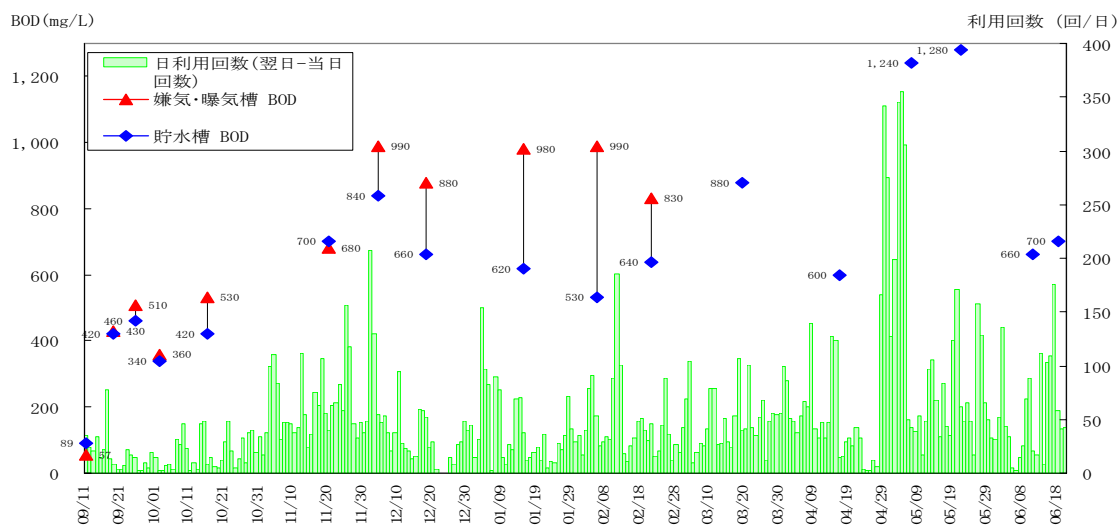



図 6-17 BOD の推移

## 【参考】ATU-BOD（硝化作用を抑制した状態で測定したBOD）分析

第２回技術実証委員会（平成18年12月開催）において、BOD値が高いことの原因が検討された。後述するようにアンモニア性窒素から硝酸性窒素への硝化が進んでいることから、BODの高さは循環水に含まれる硝化細菌による硝化反応が影響しているのではないかと推測された。

そこで、各窒素を計測し硝化状況を確認すると共にATU-BODについて分析した。その結果、全窒素に占める貯水槽の各窒素は、アンモニア性窒素が43.8%、亜硝酸性窒素が0.4%、硝酸性窒素が40.0%、有機性窒素が15.8%であり、硝化が進んでいることが確認された。しかしながら、BODが530mg/Lに対しATU-BODが490mg/Lと、BODに対するATU-BODが90%以上であり、BODの高さは、炭素化合物の酸化による酸素消費量が多いものと推察された。

表6-16 Kj-N、ATU-BODの分析結果（２月５日追加採水）

| 項　　目 | 単位 | 嫌気･曝気槽 | 貯水槽 | | 備　　　考 |
|---|---|---|---|---|---|
| COD | mg/L | 1,200 | 700 | | 参考として計測 |
| 全窒素 | mg/L | 1,400 | 1,300 | (100%) | |
| アンモニア性窒素 | mg/L | 670 | 570 | (48.3%) | |
| 亜硝酸性窒素 | mg/L | 1.4 | 4.6 | (0.4%) | |
| 硝酸性窒素 | mg/L | 480 | 520 | (40.0%) | |
| ケルダール窒素 | mg/L | 955 | 775 | | 有機性窒素+ｱﾝﾓﾆｱ性窒素 |
| 有機性窒素 | mg/L | 285 | 205 | (15.8%) | ケルダール窒素-アンモニア性窒素 |
| BOD | mg/L | 990 | 530 | | 炭素化合物+窒素化合物の酸化による酸素消費量 |
| ATU-BOD | mg/L | 810 | 490 | | 炭素化合物の酸化による酸素消費量(硝化細菌による硝化を抑制して測定) |
| ATU-BOD/BOD | % | 81.8 | 92.5 | | |

5） 全窒素

全窒素は供用開始後に急増したが、11 月以降は増加率が下がり 1,200～1,400mg/L で推移していた。ただしゴールデンウィークに急増し、アンモニア臭が強くなった。このため循環水の 60%を入れ替えたところ、アンモニア臭が収まり、全窒素も低下した。

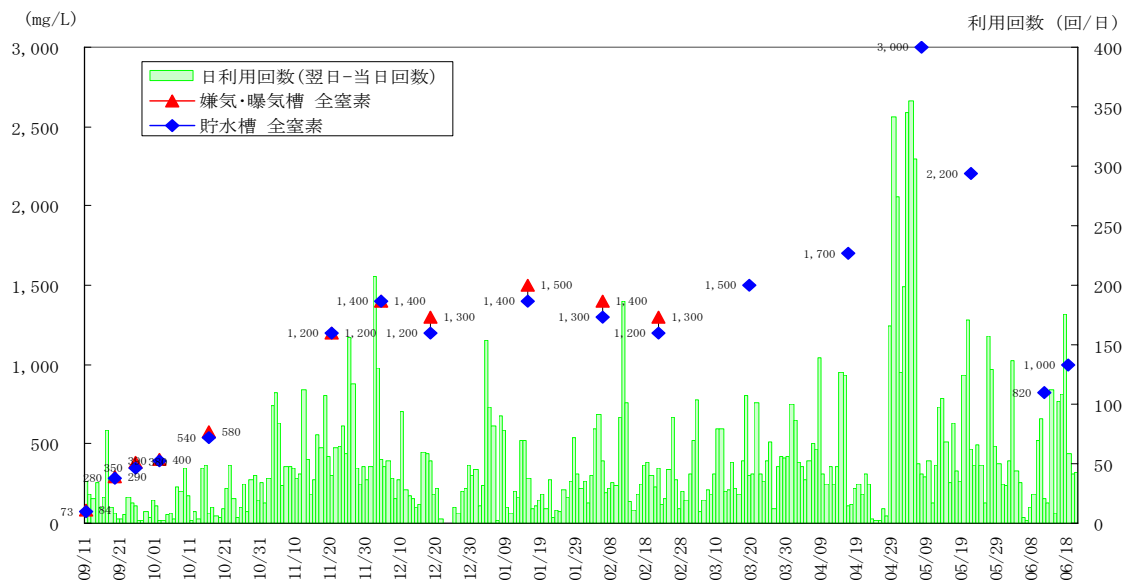



図 6-18 全窒素の推移

6） アンモニア性･亜硝酸性･硝酸性窒素

アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素の推移を図 6-19～21 に示す。

アンモニア性窒素を見るとゴールデンウィークに急増している。

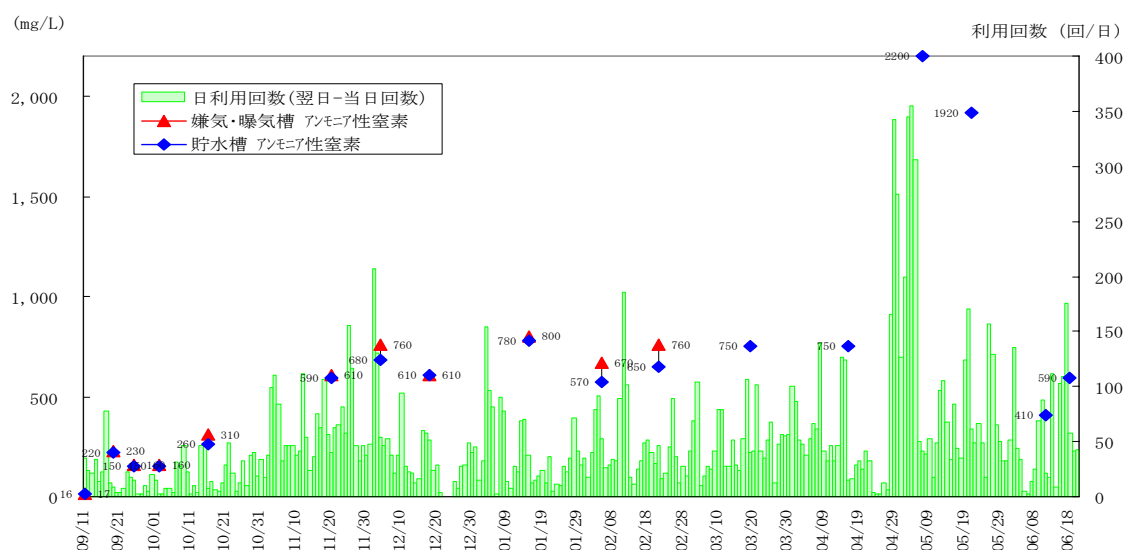



図 6-19 アンモニア性窒素の推移

亜硝酸性窒素については、ゴールデンウィークの負荷の多い期間についても増加が見られず、むしろ循環水を入れ替えた直後に急増し、1ヶ月後には半減した。

過剰な利用者があり負荷が大きすぎる場合にはアンモニア性窒素から亜硝酸性窒素への硝化が進まず、pH の増加やアンモニア臭の発生を見たが、循環水を入れ替えることで硝化・脱窒機能が回復したものと思われる。

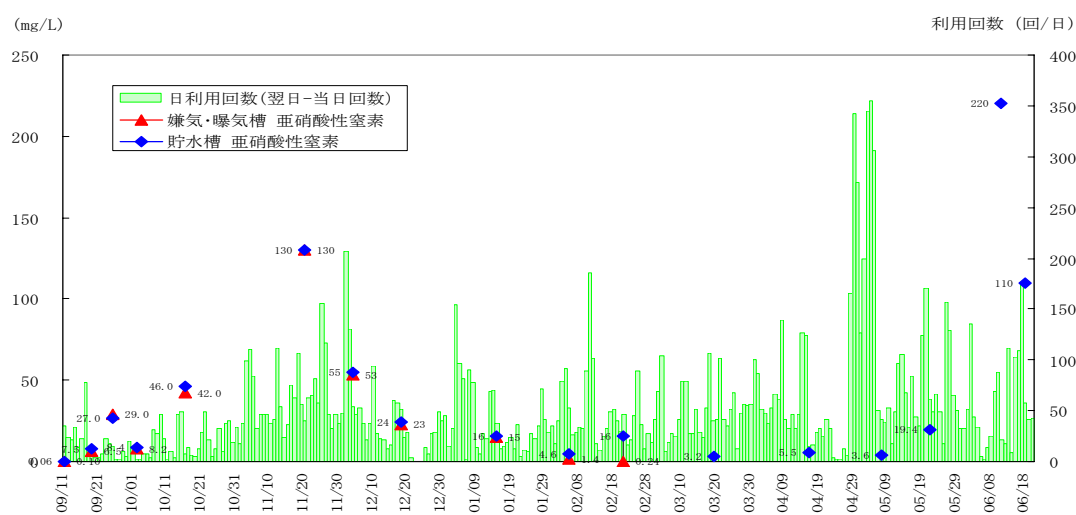



図 6-20 亜硝酸性窒素の推移

ゴールデンウィークとそれ以降の硝酸性窒素の推移を見ると、ゴールデンウィーク期間は亜硝酸性窒素と同様低い値になっているが、以降は亜硝酸性窒素の低下に対して硝酸性窒素が増加している。循環水の入れ替えによって硝化・脱窒が進んだことがこれでも理解される。

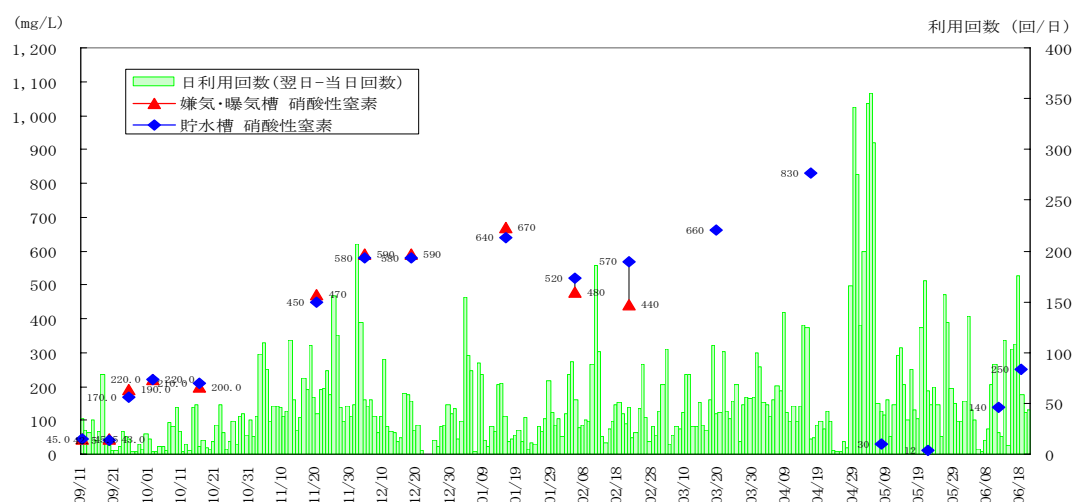



図 6-21 硝酸性窒素の推移

### 7） 全リン

全リンも同様に増加し続けている。リンの除去は本装置では期待できないためである。このうち、ゴールデンウィークにリンが下がった理由としては、集中試験に際して前もって杉チップを追加したため、リンが杉チップに吸着されたためと思われる。

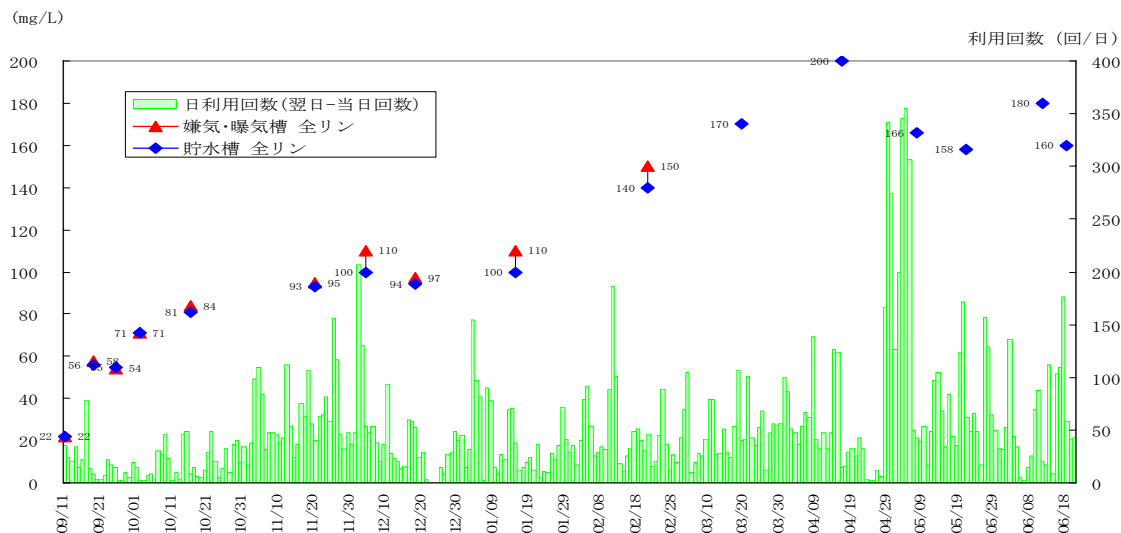



図 6-22 全リンの推移

### 8） 電気伝導度（分析期間：9 月～2 月末）

利用回数の増加に伴い電気伝導度は上昇している。電気伝導度は水に溶けているイオン総量を示し塩類蓄積の指標であるため、後述の塩化物イオンの影響と考えられる。

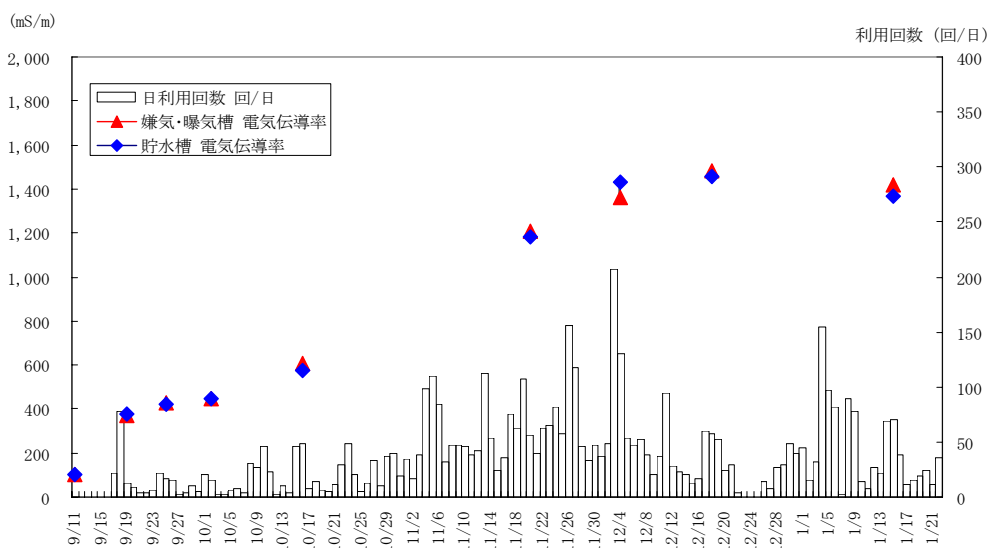



図 6-23 電気伝導度の推移

## ９） 蒸発残留物（分析期間：9 月～2 月末）

利用用回数の増加に比例し、蒸発残留物は上昇している。蒸発残留物についても、その除去は本装置では期待できない。

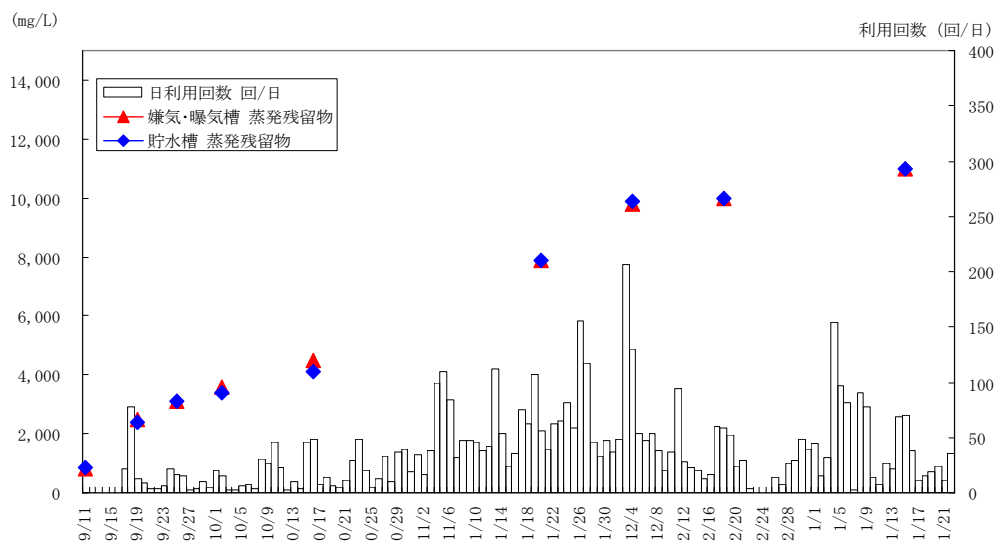



図 6-24 蒸発残留物の推移

## １０） 強熱減量（分析期間：9 月～2 月末）

利用用回数の増加に比例し、蒸発残留物と同様に強熱減量も上昇しており、有機物が循環水中に蓄積されていることが判る。

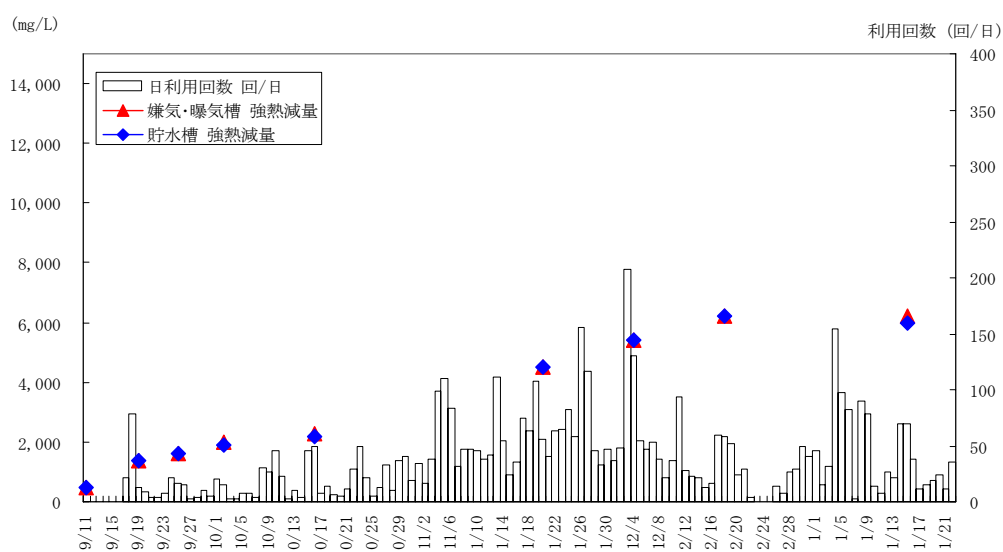



図 6-25 強熱減量の推移

## １１） 塩化物イオン

通常の生物処理では塩化物イオンは除去されないため徐々に増加し、ゴールデンウィークには5,200mg/Lに達した。ゴールデンウィーク後に減少したのは循環水の入れ替えによるものと考えられる。

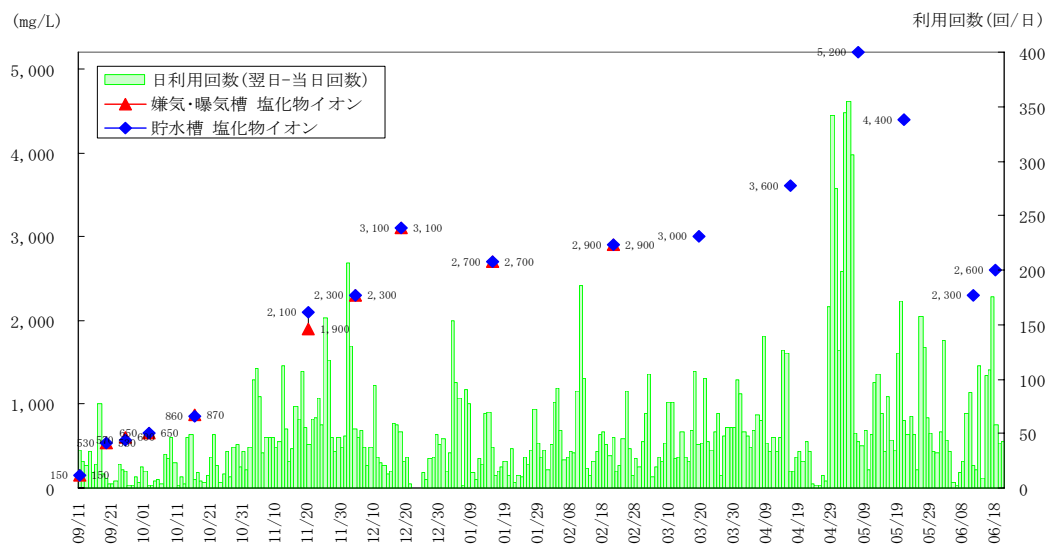



図 6-26 塩化物イオンの推移

## １２） TOC（分析期間：9 月～2 月末）

有機体炭素は漸増傾向にあるものの、12 月以降は 300mg/L 程度で推移している。

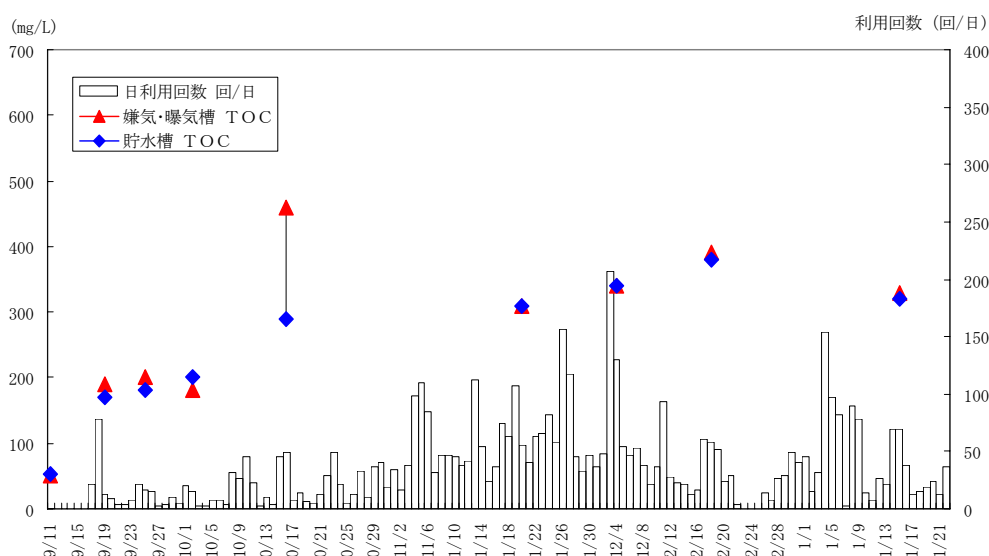



図 6-27 TOC の推移

## １３） 色　度

循環水の茶褐色の度合いを色度で測定した結果、供用開始後値が高く（色が濃く）なっており、利用者数がピークを示した直後の 12 月 4 日が最も高く 6,000 度を示した。その後 4,500 度程度で推移している。なお、この間補給水を加えているが、その希釈による色の薄まりの影響は特にみられなかった。

なお、ゴールデンウィーク中の状況はデータを採取しなかったため不明である。

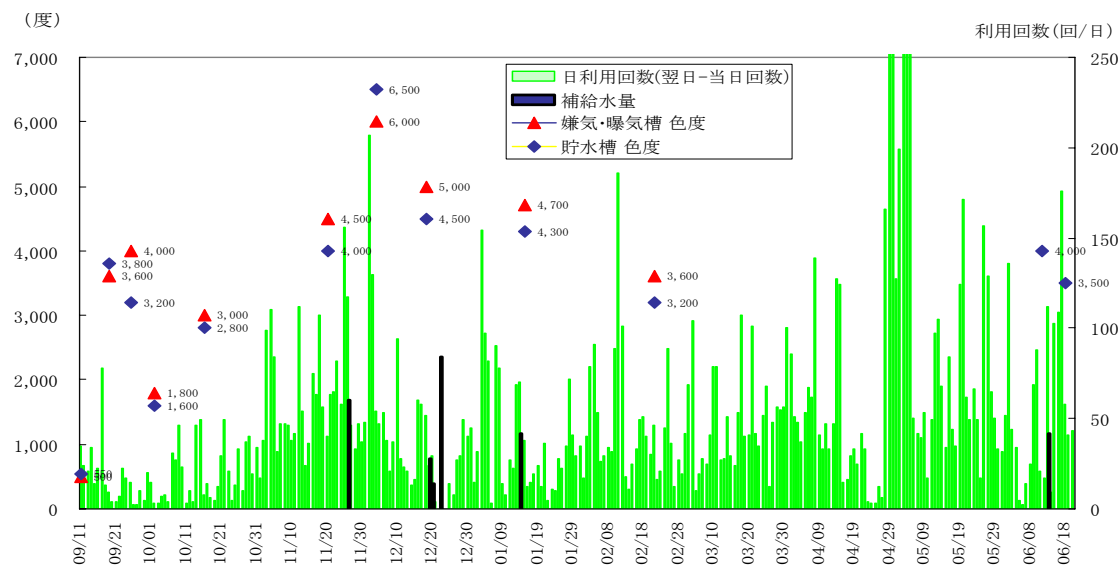



図 6-28 色度の推移

## １４） 大腸菌群数

大腸菌群数は使用開始直後の 9 月 19 日には $3.6\times10^5$ CFU/mℓ（グラフには欄外で非表示）という高い値となったが、その後はバラツキがあるものの最大で $10^4$ 台前半で推移した。大腸菌も 1 回測定したが、$2.1\times10^3$CFU/mL であり、大腸菌群の 1/3 以下であった。

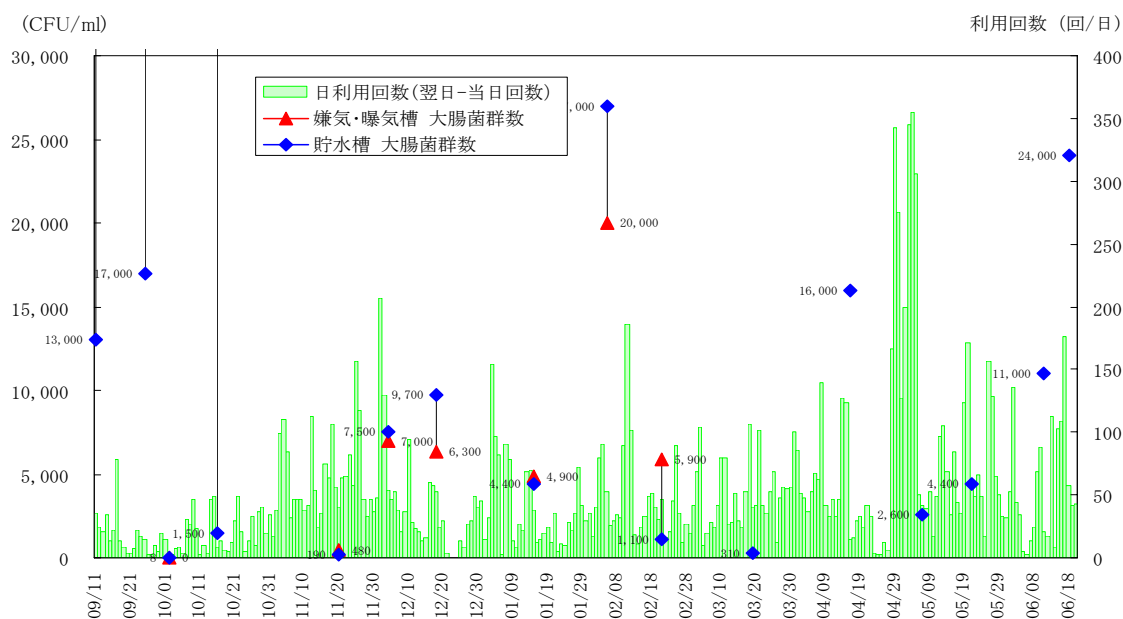



図 6-29 大腸菌群数の推移

### １５） 好気耐熱芽胞菌（分析期間：9 月～2 月末）

大腸菌以外の細菌として好気耐熱芽胞菌について測定した。後半に増加が認められたが、その後再び減少傾向にあり、最大値も 100CFU/mL 程度で、増殖しているとはいえない。

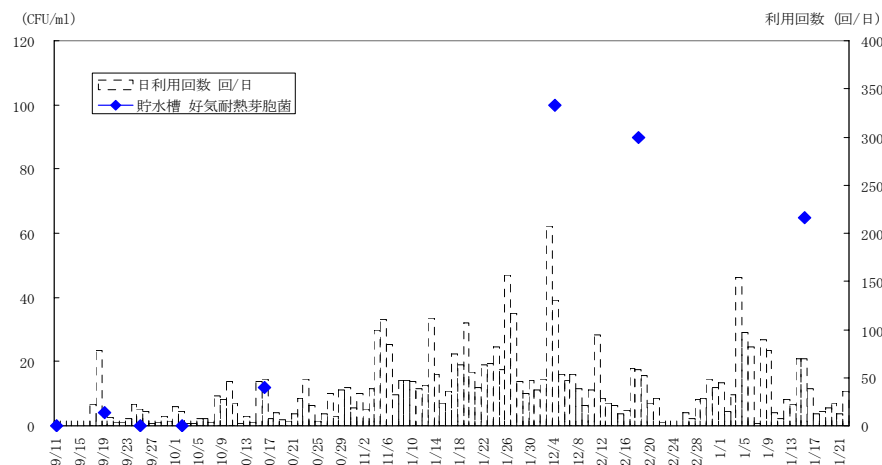



図 6-30 好気耐熱芽胞菌の推移

### １６） 杉チップ付着物

#### ① 目視状況

**＜採取方法＞**

採取日は、1 日の利用回数が 207 回、130 回と連続した翌日の 12 月 4 日である。

使用中のチップは、反応槽のカバーを外し、適宜にチップを槽外に掘り出し、反応槽の中心部のチップを採取した。未使用のチップは、現地に予備として保管している補給用チップを採取した。

**＜目視による状況＞**

採取した使用中のチップには、ピーク利用直後にも関わらず、汚物や汚泥等の付着物、線虫類等の生物を確認することはできなかった。

また臭気は、作業を行った３名が直接鼻で嗅いで確認したが、杉の香りはするものの、下水臭等を感じることはなかった。

未使用チップ

使用中チップ

図 6-31 杉チップ

②含有成分

＜測定方法＞

固形率を測定し、未使用チップと使用中チップの添加量を計算し、重量比率で 10％になるように杉チップを純水（MQ 水）１ﾘｯﾄﾙに添加し、２ﾘｯﾄﾙのデュランビンで 10 分間往復振とう攪拌し、５分間超音波した液について２㎜メッシュを通過させ試料検液とした。

＜測定結果＞

検液についての測定結果は、以下のとおりであり、使用中チップに含まれる有機性浮遊物質は、未使用チップに比べ２倍多い程度であった。

表 6-17 杉チップの分析結果

| | | 未使用チップ | 使用中チップ |
|---|---|---|---|
| 好気耐熱芽胞菌（定量） | (CFU/mℓ) | 1.0×10 | $3.8\times10^{2}$ |
| 有機性浮遊物質（VSS） | (mg/L) | 500 | 1,000 |

③電子顕微鏡観察

＜測定方法＞

未使用チップ、使用中チップについて 110℃乾燥処理を行い、杉チップの側面および断面が観察面となるように試料台に固定し、試料表面に導電性を持たせるため、マグネトロンスパッタ装置を使用して白金－パラジウムを蒸着し、電界放射形走査電子顕微鏡を用いて観察を行った。エネルギー分散型Ｘ線分析装置による成分分析を併せて行った。

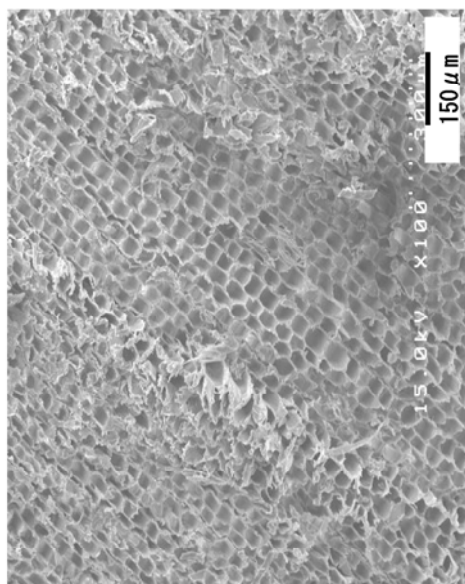
＜測定結果＞

観察する杉チップの部分により組織は異なるが、未使用チップ、使用中チップの代表的な組織を図 6-32～33 に示す。（縮尺は写真右下のスケールバーで表示したとおり。）

組織を比較すると、未使用チップには表面に付着している物質は認められず、使用中チップには断面や側面部分に定形・不定形の物質の付着が認められた。特に顆粒状の付着物が散見されるが、これが球菌や芽胞菌といった菌であるのかについては、断定することは出来なかった。なお、画像からは活性汚泥等の大型の付着物は認められなかった。

未使用チップの表面と使用中チップの表面に認められた付着物について、エネルギー分散型Ｘ線分析装置にて成分分析を行い、その代表的な分析結果を各図の右下に示す。

未使用チップの表面からは、Ｏ(酸素)、Ｃ(炭素)と蒸着物質由来のＰｔ(白金)、Ｐｄ(パラジウム)が検出された。

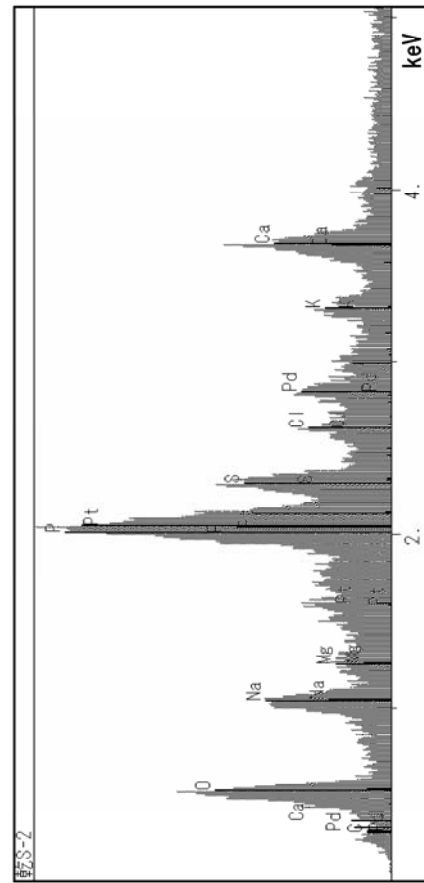
一方、使用中チップの表面付着物からは、主に、ナトリウム、マグネシウム、イオウ、塩素、カリウム、カルシウムが検出された。蒸着物質のＰｔ（白金）のピーク位置（理論値 2.051keV）と重なるため、はっきりしたことはいえないが、未使用チップ表面と使用中チップ表面の付着物の 2keV 付近のピークを見比べると、付着物にはリンのピーク位置にもピークが現れていると考えられ、付着物にはリンも含有していると考えられる。

チップ断面部分

チップ側面部分-1

チップ側面部分-2

チップ側面部分の成分分析結果（分析点：EDS-1）

図 6-32 二次電子像（未使用チップ）

チップ断面部分

チップ側面部分-2

チップ側面部分-1

チップ側面部分の成分分析結果（分析点：EDS-2）

図 6-33 二次電子像（使用中チップ）

（３）汚泥蓄積状況および分析結果

１） 汚泥の蓄積状況

チップの分析結果から、反応槽に捕捉されている VSS は、未使用の杉チップの 2 倍であり、これが汚泥の蓄積量と考えられるが、電子顕微鏡画像からは確認できなかった。

また嫌気･曝気槽の汚泥については、水質分析用試料の採水時に底部の汚水を採水し目視にて確認したが、循環水（貯水槽の水）との差は無く感じた。

２） 汚泥の性状分析結果

前述のように本調査期間においては、汚泥を系外に搬出する必要性が生じなかったため、分析を行っていない。

## 6－5－2 処理性能のまとめ

（１）pH

供用開始後しばらくは pH の変動がみられるが、2 ヶ月後から（累積利用者数が 1,500 人を超えた以降）は、pH7 前後で安定してきた。

なお、過剰な利用がなされた場合（本試験の集中試験期間のゴールデンウィーク）には pH が高まり、アンモニア性窒素の増加によってアンモニア臭が発生することに留意する必要がある。

（２）BOD･COD

供用開始後から BOD･COD とも増加し続けるが､供用開始二ヵ月後からは安定傾向を見せ、BOD は 600～700mg/L 前後、COD は 700～900mg/L で推移した。しかし設計処理能力を大幅に上回る利用がなされた場合には、本試験の集中試験期間のゴールデンウィーク中に見るように、BOD、COD とも急増することがありうる。

なお、高い BOD は窒素成分に由来すると考え、ATU-BOD について分析したが、BOD に対する ATU-BOD は 90％程度であり、その影響は少ないものと推察された。

（３）窒　素

全窒素も同様に供用開始後から増加し続けたが、供用開始二ヵ月後の安定期に入ると 1,200～1,400mg/L で推移した。し尿由来であるアンモニア性窒素から硝酸性窒素への硝化が進み、脱窒が行われるためと考えられ、全窒素に占める割合は平均で、アンモニア性窒素が 49％、硝酸性窒素が 44％であった。

なお過剰な利用がなされた場合には、全窒素およびアンモニア性窒素が増加し、亜硝酸性窒素や硝酸性窒素は低い値のままという現象が生じた。この結果アンモニア臭が発生し、

pH も高い状態が続いた。

アンモニア臭の発生を防止するために、循環水の 60%を入れ替えたところ、その後は全窒素とアンモニア性窒素は減少し、亜硝酸性窒素の増加に続いて硝酸性窒素が増加する傾向がみられ、pH も回復したためアンモニア臭がなくなった。全窒素に占める割合は、循環水入れ替え前が、アンモニア性窒素 72%、亜硝酸性窒素 0.4%、硝酸性窒素 0.8%（5 月平均）であったのに対し、循環水を入れ替えた後は、アンモニア性窒素 55%、亜硝酸性窒素 18%、硝酸性窒素が 21%（6 月平均）であった。この状況から見ても、利用が適正な水準であれば硝化・脱窒が着実に行われるものと考えられる。

### （４）リ　ン

全リンは増加し続けた。一般にリンは、通常の生物処理では除去できないとされており、循環水中に溶解するほか、一部は杉チップに吸着されていると考えられる。

使用中の杉チップのＸ線分析結果でも、他の無機物に加えリンの存在が確認されたことからも、前述の推定が裏づけられる。

### （５）塩化物イオン・蒸発残留物・強熱減量

利用回数が増えてくるに従い塩化物イオンも増加し、ゴールデンウィーク直後には 5,200mg/Lに達した。蒸発残留物、強熱減量も増加傾向がみられた。

使用チップの表面付着物からは、主にナトリウム、マグネシウム、イオウ、塩素、カリウム、カルシウム及びリンが検出されたことから、これらのうちの一部は杉チップに吸着されていると考えられる。

### （６）色　度

本装置の特徴でもある循環水の色は、供用開始後速やかに茶褐色になり、ピーク利用時には色度で 6,000 度を示したが、再び低下し 4,000～4,500 度程度で推移した。また補給水の希釈による影響も特にみられなかった（ただしゴールデンウィーク中の状況はデータを取っていないので不明である)。

### （７）臭　気

反応槽からアンモニアが気化し、直接処理されているのではないかを調べるため、反応槽が置かれている屋内と屋外において、アンモニアガス濃度を測定し比較した。いずれも 0.2ppm と同じ値を示したことから、特に反応槽からのアンモニアの揮散は無いと考えられる。

また装置周辺及び循環水の臭気についても、特に感じることはなかった。利用者アンケートにおいても「気にならない」と答えた人が 94%おり、適正な利用状況であれば臭気については問題ないといえる。

ただし、過剰な利用がなされたゴールデンウィークにはアンモニア臭が発生し、循環水を入れ替えるまでこの状況が続いた。硝化・脱窒能力を超えるような利用は避ける必要がある。

### （8）大腸菌群数

本装置には殺菌処理装置は装備されていない。大腸菌群数は設置当初に高い値が計測されたが、その後もバラツキが見られるものの、最大で $10^4$ 台前半で推移した。また、大腸菌そのものについても測定したが、測定時の大腸菌数は 2.1×$10^3$CFU/mL で、大腸菌群の３分の１以下ある。

トイレ内における大腸菌等の浮遊菌の浮遊状況も計測したが、循環水による水洗直後の値は、便器直上で大腸菌数、大腸菌群数とも 1.2CFU/㎥であり、便器上 1mでは大腸菌数が 0.0CFU/㎥、大腸菌群数は 0.8 CFU/㎥であった。この値を評価するためにその他の細菌の浮遊量も計測したが、便器直上で 82.0 CFU/㎥、便器上 1mでは 37.6 CFU/㎥で、便器直上ででも NASA による食品工場の冷凍・包装工程のクリン度の規格と同程度であった。

ただし大腸菌に代表される細菌は、空気感染や飛沫感染よりも経口感染が問題になる。このためオゾンによる消毒効果もテストした。この結果によれば、オゾンの注入によって殺菌効果が明らかになった。オゾンの注入装置を付置し、少なくとも環境基準を満たす程度まで大腸菌群数を減少させ、衛生的にも問題のないトイレとする必要がある。

### （9）ピーク時の処理性能

本装置の処理能力は、日平均 100 人、ピーク時 160 人である。試験結果では 100 人程度の利用が 1 週間継続しても正常に機能することが実証された。ただしゴールデンウィーク（4/28～5/6 の 10 日間）には設計処理能力を大きく上回る日平均 241 回/日（最大日 355 回/日）の利用があったため硝化・脱窒が進まず、アンモニア臭が発生し収まらない状態となった。

これに対しては、循環水を入れ替える（試験では循環水の 60%を入れ替え）ことでアンモニア臭の発生をなくすことが出来たが、この場合も杉チップが乾燥するまで利用を控えることが条件であり、このような事態を招かないためには、利用を処理能力の範囲内に抑える必要がある。特に水の入手がしにくい場所に設置される山岳トイレでは水の入れ替えもままならないため、処理能力の設定に十分な配慮が求められるとともに、利用状況の管理の徹底が必要になる。

## 6−6 試験結果の全体的まとめ

＜稼働気温、使用水量・電力量＞

トイレ使用期間中の最低気温は-1℃（屋内0℃）、最高気温は26℃（屋内23℃）であった。これは、本装置の適正稼働気温（5℃以上）を下回っていたが、低温時には内蔵されているヒーターが自動作動することで問題なく稼働した。また、本装置を稼働させるために必要な初期水量についても、計画どおりの1,200ﾘｯﾄﾙ（内、600ﾘｯﾄﾙは工場出荷時に給水）を給水し、その後は、270ﾘｯﾄﾙを6回に分けて補給したのみである。補給水が少なくて済んだのは、試験期間に夏季が含まれておらず気温が比較的低かったことに加えて、設置場所が谷間に位置し滝からの水分で湿度が高いという環境条件が作用したことも一因であると考えられる。反面、蒸発が進まなかったこともあって、過剰利用の状態にあったゴールデンウィークには、循環水の一部を排除しなければならない事態も生じた。

一方、消費電力量に関しては、性能表示では350 kWh/月となっているが、実証値では185kWh/月となった。実証値の中には稼働時間が短かったとはいえ性能表示には含めていないヒーターの電力量も含まれており、このような大きな差が生じた要因としては、利用者数が想定よりも少なかったこともあるが、性能表示では２台のポンプの１回当たり作動時間を大きく見込んでいるためと思われる。

＜利用者数＞

9月11日～6月20日までの283日間の総利用者数は14,393人（日平均51人）、１日最大利用者数は5月4日の355回/日であった。処理能力100回/日に近いか、それ以上の利用者が１週間以上連続的に利用したケースは、4月28日から5月5日の8日間の2,115人（日平均264人）、次いで6月13日から6月20日の8日間の651人（日平均81人）であった。

＜室内環境＞

トイレの洗浄水に循環水を用いていることから、大腸菌をはじめとする細菌の浮遊状況を調査したが、浮遊量は低い値であった。ただし経口感染を予防するためには、手洗い場の確保のほか、不可能な場合にはオゾン消毒等の対応を図る必要がある。

室内環境についての利用者の評価を利用者アンケートにもとづいてみると、臭いについては94％、洗浄水の色については75％の人が許容範囲内と回答しており、機械音については95％、明るさについては、ほぼ全ての人が好意的な回答であった。

＜維持管理性＞

本トイレは維持管理が容易であることを特徴にしており、日常維持管理はトイレの清掃やトイレットペーパーの補充が主な作業内容になっている。この作業性については、担当者のアンケートでは特に大きな問題の指摘はなかった。

また専門維持管理についても、杉チップの補充のほか、ポンプ等の機械類の点検・補修や冬季の閉山時の水抜きが主な作業項目であるが、今回の実証試験の期間は１年未満であり、冬季のトイレ閉鎖は行わなかったため、点検作業を中心にチェックを行った。点検の結果は特に問題はなく、機械類や装置は期間中正常に作動したことが確認された。

杉チップの補充や冬季のトイレ閉鎖に伴う水抜き等についてもマニュアルが整備されており、作業内容は簡単であることから、日常維持管理の担当者等からは、装置のメカニズムの説明も含めて実地で指導して欲しいという要望もあった。

汚泥についても除去の必要がないことが本トイレの特徴であり、試験期間中においても汚泥が確認されず引抜きの必要はなかった。

また日常的な維持管理作業は容易であるものの、試験期間中に悪戯によるトラブルが発生した。トラブルの経験を集積し、起こりうるトラブルに対する処置を講じていくとともに、必要に応じてその対処方法をマニュアルとして整備していくことが求められる。

＜処理性能＞

BODは供用開始後２ヵ月を経過し安定した処理状態になると、500～900mg/Lの範囲で安定した値をとるようになる。

窒素についても硝化・脱窒機能が認められ、嫌気・好気処理による窒素の除去がおこなわれている。なお、ゴールデンウィークの過剰利用時にはアンモニア臭が発生し、その状態が継続するというトラブルがあったが、このように著しく過剰な利用がなされアンモニア臭の発生等があっても、循環水の入れ替えを行えば充分対応が可能であることが明らかになった。と同時に、性能の範囲内なら何ら支障が生じないことも証明された。

一方、リンや塩化物イオン、蒸発残留物、強熱減量は増加が続いている。これらは通常の生物処理では除去できないため、杉チップや循環水の中に蓄積していると考えられるが、杉チップの入れ替えや循環水の入れ替えの必要性ならびにその時期等については、長期の観測や実用結果に基づいて検討する必要がある。

# 7. 本装置導入に向けた留意点

## 7－1　設置条件に関する留意点

### 7－1－1　自然条件からの留意点

（1）気　温

本装置の適正稼働温度は５℃以上とされており、循環水の水温がこれより低下した場合は、自動的にヒーターが作動し、配管・機器内での凍結を防止するようになっている。今回の試験期間における最低気温は０℃であったが、ヒーターが作動したこともあり、問題は生じていない。

しかしながら、より厳しい冬期の利用を前提に設置･運用する場合は、ヒーターの使用電力量が加わるため、通常期に比べ維持管理費が嵩むことに留意する必要がある。積雪地帯などの厳冬地で冬季にトイレを閉鎖する場合には、ポンプや配管内の凍結が生じ機器や設備の損傷を招くことがあるため、これらの水抜きを確実に実施する必要もある。

（2）自然エネルギー

本トイレの消費電力量は少ないものの、商用電力が利用できない場合には、自家発電装置を用いる必要がある。環境への配慮、ことに二酸化炭素の排出抑制の観点からは、太陽光、ミニ風力やマイクロ水力などの自然エネルギーによる発電設備を併用することが考えられるが、供給の安定性等の問題点も多い。今後の検討課題である。

（3）地　形

本試験装置の設置に要するスペースは約６㎡である。処理能力や便器数によっても異なるが、処理装置が縦型でコンパクトにユニット化されているため、必要用地面積は少なくて済む。また本試験装置は、地上設置型であり施工に際しては整地と基礎コンクリート部分の掘削で済むことから、山岳地のような地形条件の厳しい場所においても比較的容易に設置できると考えられる。ただし重量があるために安定した地盤に設置する必要がある。

### 7－1－2　社会条件からの留意点

（1）法　令

本トイレは水洗トイレであり、通常のトイレとの違いは洗浄水に処理水を循環･再利

用している点である。

このように本トイレでは、公共用水域への汚水の放流を前提としていないが、「建築基準法」の「汲み取り便所」としての基準には適合しなければならない。

また閉山時にトイレを閉鎖する際には、循環水を引抜く必要がある。別途に貯留タンクを用意して引抜いた循環水を貯水し、開山時に再利用する場合は問題ないが、循環水を廃棄･処分する場合は、「廃棄物の処理および清掃に関する法律」の規定を遵守しなければならず、この際には、循環水の搬送手段、処理・処分先、清掃業者等についても検討しておく必要がある。

### （2）利用者マナー

利用者アンケートの結果からは、多くの利用者が満足しており、快適なトイレ空間が提供できていると想定される。

使用後のトイレットペーパーも便器に投入・処分できることが本トイレの利点になっているが、ティッシュペーパー等は処理ができない。トイレットペーパーの補充を確実に実施するとともに、トイレットペーパー以外の異物を流さないよう注意を喚起する掲示など、利用者の協力を得るための対策も確実に行う必要がある。

また、観光地などで利用者の日変動や時間変動が激しく、備え付けのトイレットペーパーが欠乏しやすい場所などでは、トイレットペーパーを便器に流すのではなく回収箱を別途設けて分別回収するような対応も考える必要がある。

## ７－１－３ インフラ条件からの留意点

（１）搬出入路

本トイレは、自家発電装置や雨水・沢水を利用すれば運転可能であり、汚水の排水もないことから、商用電力や水･下水道が利用できない場所でも設置できる、いわば設置場所を問わない装置である。

本試験では仮設構造物として申請･設置したため、簡易な基礎工で対応出来た。しかしながら恒久施設では、用地の整地･造成、基礎コンクリートの打設などの据付工事が必要な場合も考えられ、この場合にはトイレ以外の資材や重機の搬入が必要となる。トイレ自体も比較的大型であり、設置場所までの搬入路の有無が、資機材の搬出入方法、施工に要する日数･人員などの工事費に大きく影響する。また、自家発電機の燃料の補給や定期的な部品交換、保守作業の際の資機材の搬出入方法についても検討しておく必要がある。

（２）電　力

本トイレで消費する電力としては、曝気のためのブロワとチップ攪拌モーター各１基が 24 時間連続で稼働することが必要で、この他にも間欠運転するポンプが２基、使用時に点灯する照明がある。

いずれも大きな電力ではないものの、商用電力もしくは自家発電設備が必要になる。特に自家発電設備を導入する場合は、燃料のストックや輸送方法、コストについて検討する必要がある。

（３）水　源

供用開始に際しては、一定量（本実証試験では 600 ﾘｯﾄﾙ）の初期水が必要になる。また利用状況によっては補給水も必要となるため、上水道設備がない場合は、雨水貯水装置からの給水や河川等からの汲み取り・運搬による補給が必要になる。

本トイレには、標準的な付属装置として自動給水が可能な雨水タンクが用意されており、必要な場合にはこれを設置する必要がある。

## ７－２ 設計、運転・維持管理に関する留意点

（１） 設 計

①トイレの規模

山岳地は、土日や祝日を中心に利用者が集中する傾向にあるため、トイレ整備後の利用者数はもとより時期別・曜日別の変動量を事前に調査して、適正な規模のトイレを設置する必要がある。今回の実証試験においても、過剰利用によってアンモニア臭が発生するという不測の事態が生じたが、このような事態に対応するために、利用のピークにあわせてトイレの規模を設定すると費用が嵩むことになる。規模の設定には慎重を期する必要がある。

②雨水貯留タンクの規模

補給水用の雨水タンクは標準的なものがメーカーで用意されているが、設置場所の乾湿度や降水条件あるいは利用状況によって、必要な貯水容量が異なってくる。貯水タンクの容量も設置場所や利用状況に応じて検討する必要がある。

③荷重条件

山岳地などでは風雪等の気象条件が厳しい場合がある。建屋の設計に当っては、これらの条件に耐える構造とする必要がある。

④土地条件

山岳地は地形条件も厳しい場合が多い。土砂崩壊等によるトイレの転倒や転落等の恐れのない安定した地盤に設置することが求められる。また利用が集中することが予想される場合には、トイレに行列ができることもありうる。トイレのみならず、利用者の待機に必要なスペースが十分に確保できる場所を選定する必要がある。

（２）運転・維持管理

トイレ利用のマナーを確実に守ってもらうためには、管理においてもトイレの清掃やトイレットペーパーの備え付け等の日常管理の徹底が求められる。またティッシュペーパーの混入は、杉チップ上に皮膜が生じ循環水の散水に支障を与えるなど、機器の正常な運転の障害になる。ティッシュペーパーをはじめとする異物の流入をチェックし、必要な場合には除去する必要がある。

また、過剰利用によるアンモニア臭の発生、硝化・脱窒障害を事前に防止するためには、杉チップの湿潤状況をチェックしていることも必要になる。杉チップが全面的に濡れてくるような状態は、過剰な利用によって処理能力をオーバーしつつある状態であり、このような状態になる前に利用を制限する必要がある。

反応槽には年に１・２回、減少量に合わせて杉チップを補充する必要があるほか、機器の作動状況の確認など、利用に支障をきたさないための点検も必要である。

ポンプ等の機器・設備の安定的な運転を行うためには、専門技術者による定期的な

保守管理が必要となる。正常な運転状態を持続させるためには、日常の管理者とメーカー等の専門技術者との緊密な連携が必要であり、異常の兆候を早めに察知し、専門管理者に連絡できる体制を整えておくことが求められる。このためには、専門技術者による日常管理者を対象にした現地での研修・指導を行うことが必要とされる。

# 8. 課題と期待

## 8－1課題

### （1）ピーク対応

本実証試験の集中試験時には、平常時の設計処理能力 100 回/日の 2．6 倍（ピーク日は利用集中時の設計処理能力 160 回/日の 2.2 倍の利用）が行われたため、硝化・脱窒機能が麻痺してアンモニア臭の発生をみた。このような過剰な利用が行われると処理水のオーバーフローも起こりえるため、最大利用者数を超えた場合は利用できなくするような、過剰利用防止の対策を検討していくことが求められる。

### （2）オゾン消毒（[資料３] 参照）

本トイレは処理水を循環させ便器の洗浄用に活用する水洗トイレであるため、衛生性に対する配慮も必要になっている。

本実証試験における測定結果では、便器直上でも細菌の浮遊量は極めて少なく、空気感染や飛沫感染を招く恐れは少ないと考えられるが、山岳地では水が乏しく手洗い設備が整えられていない場所も多いだけに、トイレ洗浄水の衛生対策が必要となる。

技術実証委員からは、現状で飛沫感染を招く恐れは少ないと考えられるが、さらなる衛生対策向上のため消毒試験を行うよう指示があった。

バイオトイレの場合、循環水の消毒に薬品を用いることは不適切な場合もありえる。そのため、オゾンによる消毒効果を確認するため、容器に採取した循環水を対象にしたサンプル試験を行った。試験結果ではオゾンの消毒効果が確認されており、この実用化が待たれる。

オゾンは強力な酸化作用を持つだけに、トイレブース内でオゾンが排出されることは好ましくない。廃オゾンは曝気槽に通気するなどの工夫を加え、循環水の衛生対策を行う必要がある。

## 8－2 期待

### （1）自然エネルギーの利用

自然エネルギーは供給の安定性の問題から、本トイレでは標準装備の中に含めていない。全電力を自然エネルギーで賄おうとすれば規模も大きくなり、コストが高くつくと考えられるからである。電源確保が困難な場所においては、自然エネルギーの利用可能性について検討していく必要がある。

### （２）装置の小型化

本トイレの最小規模は 100 人になっている。山小屋においても利用者の多い場所では、この規模かそれ以上のトイレが必要になってくるが、100 人以下の収容力の山小屋も全国的には多い。また収容力の大きい山小屋等でも設置場所に制約がある場合が多いと考えられることから、小規模のトイレの開発と共に、省スペース型のトイレの開発にも努めていく必要がある。

［資料１（１）］

バイアニクストイレ　日常管理チェックシート

| 管理・測定者名 | | 管理・測定日時 | 年　月　日　時　分 |
|---|---|---|---|

| 管理項目 | 確認事項 | 記　入　欄 |
|---|---|---|
| トイレ外観 | 外壁の落書き・破損・汚れ | 無し　有り（　） |
| | 床下からの水漏れ（オーバーフロー） | 無し　有り（　） |
| トイレ室内 | 便器の汚れ | 無し　有り（　） |
| | 便器周辺の汚れ | 無し　有り（　） |
| | 照明の故障 | 無し　有り（　） |
| | 排気ファンの故障 | 無し　有り（　） |
| | 壁の落書き・破損・汚れ | 無し　有り（　） |
| | 汚れ物の室内置き去り | 無し　有り（　） |
| | 循環水の色 | 透明　薄い　やや濃い　濃い |
| 処理室内 | 機器の故障や異常音 | 無し　有り（　） |
| | 臭気の程度 | 無し　弱い　やや強い　強い |
| | ハエなどの発生 | 無し　有り（　） |

| 測定項目 | | 測定方法 | 測定値 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 天気 | | 管理・測定時の天気 | 晴れ　曇り　霧　雨　雪 | | |
| 気温 | 屋外 | トイレ外壁にある温度計の最高・最低気温を計測<br>計測後は、最高最低目盛を元に戻すこと | ① | 最高温度 | ℃ |
| | | | ② | 最低温度 | ℃ |
| | 室内 | 処理室内にある温度計の最高・最低気温を計測<br>計測後は、最高最低目盛を元に戻すこと | ③ | 最高温度 | ℃ |
| | | | ④ | 最低温度 | ℃ |
| 湿度 | | 処理室内にある湿度計の湿度を計測 | ⑤ | | ％ |
| チップ槽温度 | | 下から５番目の層に25cm程度挿し込み３分経過後の温度を計測 | ⑥ | | ℃ |
| 貯水槽水位 | | チップ槽下のタンクの水位計の目盛を計測 | ⑦ | ． | ｃｍ |
| 貯水槽水温 | | 棒状温度計で３分経過後の温度を計測 | ⑧ | | ℃ |
| 使用電力量 | | 電力計の値を計測 | ⑨ | ． | ｋWh |
| 水の補給 | | 補給水（貯水槽水位が10cm以下の場合、15cmになるまで補給、10ﾘｯﾄﾙバケツで約５杯） | ⑩ | 無し　有り（　杯） | |
| 使用量状況 | | 加圧ポンプの作動回数を測定 | ⑪ | | 回 |
| | | トイレットペーパーの補充（個数） | ⑫ | 無し　有り（　個） | |
| | | トイレ室内上部のカウンター値を測定 | ⑬ | | 回 |
| 特記事項 | | | | | |

［資料１（２）］

**バイアニクストイレ　定期点検チェックシート**

| 点検者 | | 点検日時 | 年　　月　　日　　時　　分 |
|---|---|---|---|

| 点検項目 | 確認事項 | 記　入　欄 |
|---|---|---|
| 汚水ポンプ | 機器の故障や異常音 | 無し　　有り（　　　　） |
| | フロートスイッチの動作確認 | 無し　　有り（　　　　） |
| ばっ気ブロア | 機器の故障や異常音 | 無し　　有り（　　　　） |
| 攪拌モーター | 機器の故障や異常音 | 無し　　有り（　　　　） |
| 加圧ポンプ | 機器の故障や異常音 | 無し　　有り（　　　　） |
| 凍結防止ヒーター | 機器の故障 | 無し　　有り（　　　　） |
| 室内照明 | 機器の故障 | 無し　　有り（　　　　） |
| 換気扇 | 機器の故障 | 無し　　有り（　　　　） |
| 自動センサー | 機器の故障 | 無し　　有り（　　　　） |
| 杉チップ槽 | 杉チップの減少・補充 | 無し　　有り（　　　　） |
| | オーバーフロー痕跡の有無 | 無し　　有り（　　　　） |
| 電源部 | 制御盤内の異常 | 無し　　有り（　　　　） |
| | コンセント部のゴミ等の付着 | 無し　　有り（　　　　） |
| | | 無し　　有り（　　　　） |
| | | 無し　　有り（　　　　） |
| 特記事項<br><br>（作業内容や専門的な立場で気が付いた事を詳しく記載する） | | |

※　定期点検時には、日常管理チェックシートも記入すること

［資料１（３）］

**バイアニクストイレ　トラブル対応チェックシート**

| 記入者 | | トラブル発生日 | 年　月　日　時　分 |
| --- | --- | --- | --- |
| トラブル発見者 | | トラブル対応日 | 年　月　日　時　分 |
| トラブル対応者 | | トラブル修復日 | 年　月　日　時　分 |
| | | 修復に要した時間 | 時間　分 |

| 項　目 | 記　入　欄 |
| --- | --- |
| トラブル発見の経緯 | |
| トラブルの状況 | |
| トラブルの対処方法 | |
| トラブルの原因 | |
| トラブル発生から修復までの作業場の問題点 | |
| その他 | |

※　必要に応じ、図面、写真等を添付すること

［資料１（４）］

バイアニクストイレ　マニュアルチェックシート

| 記入者 | | 所属組織 | |
|---|---|---|---|
| 担当作業内容 | | | |
| 使用したﾏﾆｭｱﾙ | | | |

あなたが使用したマニュアルの使い勝手や信頼性について、以下の項目ごとに、それぞれ該当するものに〇印を付けてください。

| 項　目 | 記　入　欄 |
|---|---|
| 読みやすさ | ① とても良い　② 良い　③ 普通　④ 余り良くない　⑤ 良くない<br>⑥ その他（　　　　　　　　　　　　　　　　　　） |
| 理解しやすさ | ① とても良い　② 良い　③ 普通　④ 余り良くない　⑤ 良くない<br>⑥ その他（　　　　　　　　　　　　　　　　　　） |
| 正確性 | ① とても良い　② 良い　③ 普通　④ 余り良くない　⑤ 良くない<br>⑥ その他（　　　　　　　　　　　　　　　　　　） |
| 情報量 | ① とても多い　② 多い　③ 普通　④ 少ない　⑤ とても少ない<br>⑥ その他（　　　　　　　　　　　　　　　　　　） |
| その他<br>（気付いた点や要望等、自由に記入してください） | |

［資料２］

## 白糸の滝　バイアニクストイレ実証試験　アンケートのお願い

特定非営利活動法人　グラウンドワーク三島

ＮＰＯグラウンドワーク三島では、上下水道などの整備が整っていない山岳地域のトイレとして、バイオトイレが適しているか実証試験を行っています。今回は、そのような山岳地にあるトイレとして、室内の環境が必要最小限の条件が満たされているか、許容範囲内であるかについて、以下のアンケートにご協力ください。
（該当する欄に○印を付けてください）

１．性　別　　（　男　　女　）

２．年　代　　（　10代　20代　30代　40代　50代　60代以上　）

３．バイオトイレの外観は、山岳地の自然環境に適して見えましたか？
　① 適している　② 気にならない　③ 適さない
　ご意見（　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　）

４．バイオトイレ室内のにおいはどうでしたか？
　① 臭わない　② 臭うが気にならない　③ どちらともいえない　④ 不快である
　ご意見（　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　）

５．バイオトイレ室内の明るさはどうでしたか？
　① 明るい　② どちらともいえない　③ 暗い
　ご意見（　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　）

６．バイオトイレのポンプ等の機械の作動音は山岳地の自然環境でどうですか？
　① 気にならない　② どちらともいえない　③ 落ち着かない
　ご意見（　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　）

７．循環洗浄水の色についてはどうでしたか？
　① 気にならない　② どちらともいえない　③ 気になる
　ご意見（　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　）

８．バイオトイレのレバーの操作など使いやすかったですか？
　① 簡単に使えた　② 普通に使えた　③ 使い方がわかりにくかった
　ご意見（　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　）

９．白糸の滝にあるバイオトイレは、今後もあった方がよいと思いますか？
　① 思う　② どちらでもよい　③ 思わない
　ご意見（　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　）

１０．今後、白糸の滝にバイオトイレを設置するとしましたら、どのような場所がよいと思いますか？
　（複数回答可）
　① 現在地　② 駐車場　③ 売店　④その他（　　　　　　　　　　　　　）
　ご意見（　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　）

１１．その他、感想や気付いたことを、ご記入ください。

［資料３］

# 安全性対策試験

## （１）杉チップの抗菌性

### ① 目的

これまでに設置した同タイプのトイレでは、循環水に大腸菌群が見られない場合が見られた。少ないサンプルでの結果であるものの、杉チップに抗菌効果があるとも考えられたため、本実証試験において杉チップの抗菌試験を実施した。

### ② 方法

１）試料

試料としては以下のものを用いた。

試料 A：杉チップ(未使用)

試料 B：杉チップ(未使用)溶出液

試料 C：杉チップ(未使用)溶出液ろ過液

２）試料の調製

試料 B の杉チップ溶出液は、重量比率で 10%になるように杉チップを超純水に添加し、１ℓのデュランビンで 10 分間往復振とう攪拌しながら 5 分間超音波処理した液を、2mm メッシュに通過させ杉チップ溶出液とした。試料 C 杉チップ溶出液ろ過液は、試料 B をさらに孔径 0.22μm メンブレンフィルターでろ過し無菌化し、調製した。

３）試験菌液の調製

大腸菌(E.coli　DSM　682)の保存菌株をトリプトソイ培地により 36℃で１８時間培養した菌液を前培養液とし、その前培養液を再度同条件により培養した菌液を試験菌液とした。

４）　抗菌試験

デソキシコレート寒天平板培地に試験菌液 1mL を同培地により重層した寒天平板培地を試験培地とした。試験培地に試料 A 杉チップの適量を載せ、培養した。試料 B および C の杉チップ溶出液については、試験培地に試料 100μL 塗抹、または試験培地中央に 10μL 滴下し培養した。培養は 36℃・18 時間行った。試料対照は大腸菌を重層しないデソキシコレート寒天平板培地とし、大腸菌生育対照は大腸菌重層培地とした。各対照は試験培地と同様に操作した。培養後、各対照と比較して大腸菌の生育が阻止された場合を抗菌効果ありと判定した。

③ 結果

試料の杉チップ（および溶出液）には、大腸菌に対する抗菌効果は認められなかった。また、測定日によっては、循環水中の大腸菌郡数が少ないこともあったが、硝化反応の促進による pH の低下が原因であると推察される。

表 杉チップの大腸菌に対する抗菌効果試験結果

| 試料名 | 直置き | 100μL 塗抹 | 10μL 滴下 |
|---|---|---|---|
| 杉チップ(未使用) | 効果なし | | |
| 杉チップ(未使用)溶出液 | | 効果なし | 効果なし |
| 杉チップ(未使用)溶出液ろ過液 | | 効果なし | 効果なし |

## （2）オゾンによる消毒・脱色効果

技術実証委員から、現状で飛沫感染を招く恐れは少ないと考えられるが、さらなる衛生対策向上のため消毒試験を行うよう指示があり、本サンプル実験を行った。

### ① 目的

トイレブース内での大腸菌をはじめとする細菌の浮遊量は少ないものの、経口感染する細菌については洗浄水中の大腸菌群数は低い方が望ましい。ことに山岳地帯では水の確保が難しく、手洗いが十分に出来ない場合も考えられるからである。また、バイオトイレであることから循環水（洗浄水）が茶色を帯び、好まない利用者も少なからず存在する。

このため、今後の実用化に向けた試験として、オゾンによる消毒・脱色実験（採取した循環水を対象としたサンプル実験）を行った。

### ② 方法

5ﾘｯﾄﾙ容器に原水を入れ、これにオゾンを注入する方法で行った。

### ③ 結果

容器が小さかったことから、ケースDでは空気中に放出されるオゾンが多く、大腸菌が0になるオゾン注入量は明確にならなかったが、殺菌効果は十分期待できる結果となった。

なお、脱色効果は必ずしも期待できない結果となった。

表 オゾン消毒・脱色試験結果

| | 単位 | 原水 | ケースA | ケースB | ケースC | ケースD |
|---|---|---|---|---|---|---|
| オゾン注入量 | mg/L | 0 | 0.212mg/sec ×47sec | 0.212mg/sec ×71sec | 0.212mg/sec ×118sec | 注 |
| 大腸菌群数 | CFU/mL | 11,000 | 9,300 | 10,000 | 7,600 | 0 |
| 色度 | 度 | 4,000 | 3,300 | 3,000 | 3,000 | 1,700 |

注1：試験は5ﾘｯﾄﾙ容器に原水を入れ、これにオゾンを吹き込む方法で行った。

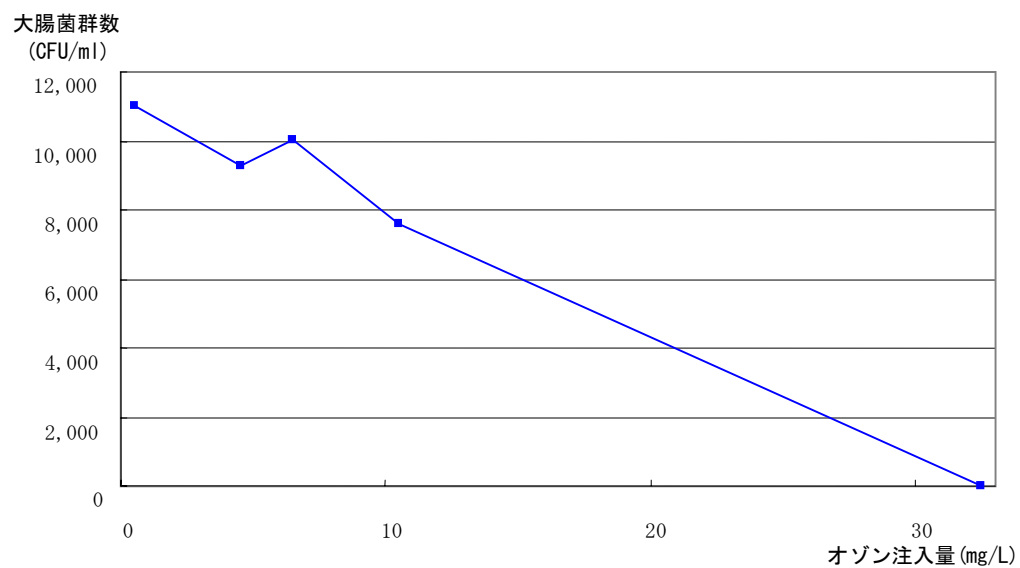
注2：ケースAからCでは大腸菌、色度とも減少傾向が鮮明ではないために、ケースDではオゾン注入量を順次72.6、225.6、225.6mg/L（計523.8mg/L）注入した結果を示す。ケースDではオゾンが空中に噴出し損失が多く、有効オゾン量は明確でない。

注：大腸菌群数がゼロになるオゾン注入量は不明のため、ゼロ値は
　　ケースＡからＣのトレンドで推計した。

図 オゾン注入量と大腸菌群数

図 オゾン発生装置と容器および検知管